



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

PROYECTO “TERMINAL REMOTA DE SUMINISTRO DE
GAS NATURAL EN MEXICALI, BAJA CALIFORNIA”

JUNIO, 2021

Ubicación del proyecto:



DOMICILIO DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA) ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	1
I.1. PROYECTO.....	1
I.2. PROMOVENTE	5
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	7
II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	7
II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO	20
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO.....	33
III.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT)... ..	33
III.2. ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA	38
III.3. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL MUNICIPIO DE MEXICALI, B.C.....	42
III.4. PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO DEL MUNICIPIO DE MEXICALI, B.C. 2020-2021.	44
III.5. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) 45	
III.6. NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM)	46
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL	50
IV.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	50
IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL	51
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	69
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	77
VI.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL	77



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con ERA
Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California.**

Emisión: Junio-2021

VI.2. IMPACTOS RESIDUALES	82
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	83
VII.1. PRONÓSTICO DEL ESCENARIO.....	83
VII.2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	85
VII.3. CONCLUSIONES	86
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.....	88
VIII.1. FORMATO DE PRESENTACIÓN.....	88
VIII.2. OTROS ANEXOS.....	88
VIII.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS	89

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.1. PROYECTO

El presente Proyecto consiste en la instalación, operación y mantenimiento de una Terminal Remota¹, en la que se realizará la guarda y regasificación de Gas Natural Licuado (GNL) para la entrega de gas natural por parte de Enestas S.A. de C.V. al usuario final o cliente, en sus instalaciones ubicadas en Mexicali, Baja California.

El Proyecto consta principalmente de la instalación y operación de los siguientes equipos:

- Un tanque criogénico de guarda horizontal, estacionario montado sobre ruedas, con una capacidad nominal de 44,000 litros (más adelante se describe detalladamente).
- Un vaporizador ambiental de marca Cryoquip INC. con una capacidad de 20,000 SCFH y una Presión Máxima Permisible de Trabajo (MAWP) de 31 Bar.
- Un vaporizador ambiental RIME con una capacidad 2,000 SCFH y una Presión Máxima Permisible de Trabajo (MAWP) de 17.23 Bar.
- Un tanque estacionario CYTSA con una capacidad nominal de 180 L y una presión de diseño de 250 PSI.

El Proyecto se ubicará en el predio ocupado por el cliente o usuario final, en una superficie en comodato de 500 m² (25 m x 20 m), de los cuales, los equipos utilizarán 33.601 m² de dicha superficie, que será el área destinada para la instalación de un tanque de guarda, dos vaporizadores ambientales, un tanque estacionario y eventualmente para estacionar el vehículo que realizará la recarga de GNL, cabe señalar que dicha superficie (500 m²) será entregada por parte del cliente o usuario final a Enestas, S.A. de C.V., con las condiciones necesarias para instalar los equipos, mismas que se describen más adelante y que constan en el contrato de comodato celebrado entre las partes, mismo que se anexa al presente como Anexo 4. Asimismo, cabe mencionar que la superficie en comodato se encuentra ya impactada por las actividades propias del cliente, en donde se cuenta con espacios ya edificados.

Cabe mencionar que, para la ejecución del presente Proyecto, no se realizarán actividades de preparación del sitio o construcción, solo se realizará la instalación, operación y mantenimiento de la Terminal Remota.

¹ Terminal Remota en términos de lo establecido en el numeral **119.2.1** de la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SECRE-2012.



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con ERA
Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California.**

Emisión: Junio-2021

I.1.1. Nombre del proyecto

“Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California”.

I.1.2. Ubicación del proyecto



DOMICILIO DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA) ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Tabla 1. Municipio, Localidad y Entidad Federativa donde se ubica la Estación.

No. de AGE	Clave AGEM	Entidad Federativa	Clave Localidad Geoestadística	Municipio o Delegación	Localidad
02	002	Baja California	0137	Mexicali	Cerro Prieto

Fuente: Elaboración propia con información del Catálogo Único de Claves de Áreas Geoestadísticas Estatales, Municipales y Localidades, INEGI (Dic 2020), consultado en: <https://www.inegi.org.mx/app/ageem/>

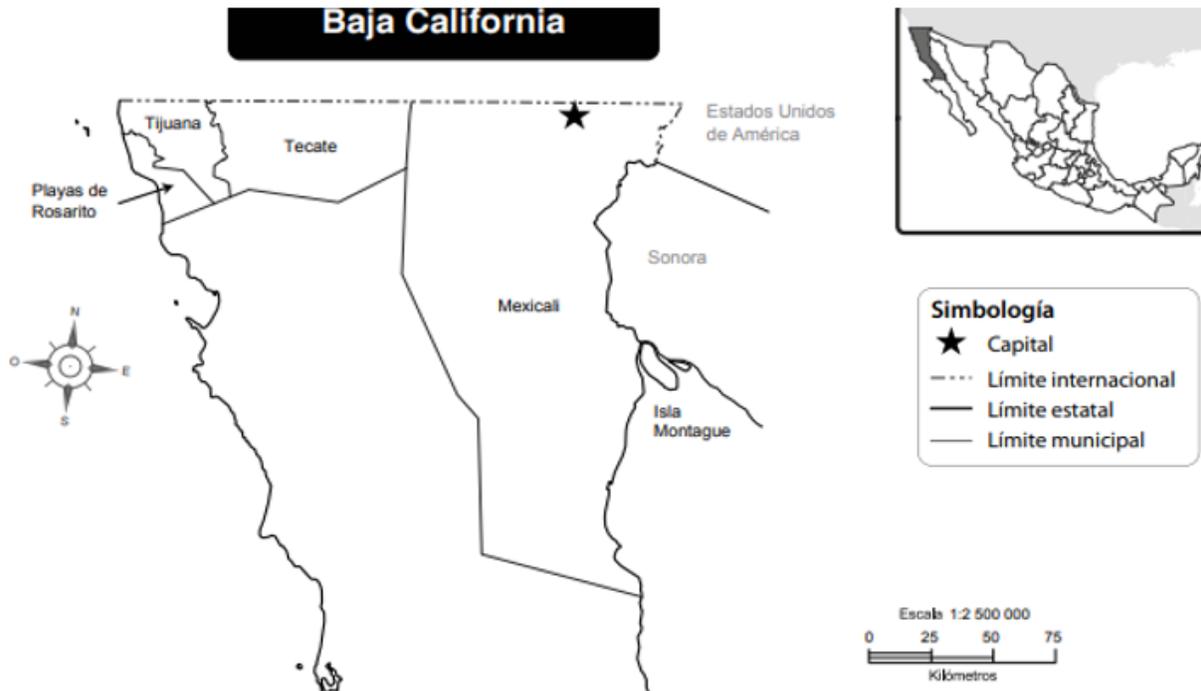
A continuación, en la tabla 2, se muestran las coordenadas geográficas y coordenadas UTM.

Tabla 2. Coordenadas geográficas y UTM del predio.

V	Coordenadas geográficas		Coordenadas UTM	
	N	O	X	Y
1	COORDENADAS DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA) ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.			
2				
3				
4				

Zona 11, Datum WGS 84.

Figura 1. Ubicación territorial del municipio de Mexicali en el estado de Baja California.



En la figura 2 se muestra la localización del área del proyecto en la localidad.

Figura 2. Localización del área de proyecto en la localidad.



I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

25 años

I.1.4. Presentación de la documentación legal

En el Anexo 1 se adjunta Acta Constitutiva de la promovente denominada Enestas, S.A. de C.V., protocolizada mediante instrumento público No. cincuenta mil ochocientos setenta y dos, pasada ante la fe pública del Licenciado José Daniel Labardini Schettino, titular de la notaría pública número ochenta y seis del Distrito Federal, de fecha cinco de mayo de dos mil quince.



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con ERA
Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California.**

Emisión: Junio-2021

I.2. PROMOVENTE

I.2.1. Nombre o razón social

Enestas, S.A. de C.V. (Anexo 1).

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes (RFC) del promovente

ENE150506UG6 (Anexo 2).

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

Diego Torres Carranza.

Director Jurídico y Regulatorio de la empresa Enestas, S.A. de C.V.

En el Anexo 3, se adjunta el segundo testimonio de la escritura pública número 92,832, pasada ante la fe del licenciado Francisco Talavera Autrique, Titular de la Notaría Pública Número 221 de la Ciudad de México, en donde se acredita la personalidad y facultades del representante legal de Enestas, S.A. de C.V.

I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal

DOMICILIO, TELÉFONO Y CORREO ELECTRÓNICO DEL REPRESENTANTE LEGAL, ART. 116 DEL PRIMER PÁRRAFO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.3.1. Nombre o razón social

ENCOI, S. A. de C. V.



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con ERA
Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California.**

Emisión: Junio-2021

I.3.2. Registro federal de contribuyentes

ENC140811QX7

I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio

Berenice Medina García

Cédula profesional: 5498284

I.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio

DOMICILIO, TELÉFONO Y CORREO ELECTRÓNICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 DEL PRIMER PÁRRAFO LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

II.1.1. Naturaleza del proyecto

La naturaleza del proyecto consiste en la instalación, operación y mantenimiento de una Terminal Remota², en la que se guardará y regasificará Gas Natural Licuado (GNL) para entregar gas natural por parte de Enestas S.A. de C.V. al usuario final o cliente, en sus instalaciones de la Planta ubicada en Mexicali, Baja California; esto a través de un contrato de suministro de GNL celebrado entre Enestas, S.A. de C. V. y el usuario final o cliente.

El Proyecto consta principalmente de la instalación de los siguientes equipos:

- Un tanque criogénico de guarda horizontal, estacionario montado sobre ruedas, con una capacidad nominal de 44,000 litros (más adelante se describe detalladamente).
- Un vaporizador natural de marca Cryoquip INC. con una capacidad de 20,000 SCFH cada uno y una Presión Máxima Permisible de Trabajo (MAWP) de 31 Bar.
- Un vaporizador natural RIME con una capacidad 2,000 SCFH y una Presión Máxima Permisible de Trabajo (MAWP) de 17.23 Bar.
- Un tanque estacionario marca CYTSA que contendrá fluido odorizante con una capacidad nominal de 180 L, una presión de diseño de 250 PSI y una temperatura de diseño de 51.6 °C.

El Proyecto se ubicará en el predio ocupado por el cliente o usuario final, en una superficie en comodato de 500 m² de los cuales, los equipos utilizarán 33.601 m² de dicha superficie, que el cliente es responsable de entregar con las condiciones necesarias para instalar los equipos tal como se estipuló en el Contrato de Comodato (Ver Anexo 4), que será el área destinada para la instalación de un tanque de guarda, dos vaporizadores naturales, una tanque estacionario que contendrá fluido odorizante y eventualmente para estacionar el vehículo que realizará la recarga de GNL. Cabe mencionar que la superficie en comodato se encuentra ya impactada por las actividades propias del cliente, en donde se encuentra con espacios ya edificados.

Cabe recordar que, para la ejecución del presente Proyecto, no se realizarán actividades de preparación del sitio o construcción.

² Terminal Remota en términos de lo establecido en el numeral **119.2.1** de la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SECRE-2012.



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con ERA
Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California.**

Emisión: Junio-2021

El Proyecto consiste en la guarda de gas natural en forma líquida (GNL) en un tanque criogénico (de guarda) de doble pared con capacidad de 44,000 litros, posteriormente se regasifica mediante un vaporizador natural con capacidad de 20,000 SCFH, para finalmente ser entregado al usuario final o cliente. Otros equipos que formarán parte de la instalación serán un vaporizador de una capacidad de 2,000 SCFH el cual será parte del Sistema de Reducción de Presión (Economizador) y un tanque de capacidad nominal de 180 L que contendrá mercaptano como odorizante, el cual funcionará como sistema de detección de fugas.

Cabe mencionar que el proyecto se ubicará en terrenos del cliente en una superficie en comodato de 500 m², la cual se encuentra ya impactada por las actividades propias de dicho cliente.

Para la instalación de la Terminal Remota, se realizarán las siguientes actividades:

- Instalación de un isocontenedor estacionario con una capacidad nominal de 44,000 litros, destinado a guardar el GNL previo a ser regasificado. El recipiente estará protegido contra la corrosión por recubrimientos anticorrosivos o cualquier otro sistema equivalente que inhiba el ataque del medio ambiente.

La Terminal será instalada sobre el nivel del piso, el cual debe de ser compactado, homogéneo, firme y principalmente que cumpla con los parámetros de resistencia para las distintas cargas a las que se someterá. Cabe mencionar que conforme a los términos del contrato de comodato (Anexo 4), todas las actividades de preparación del área en comodato serán realizadas por parte del cliente; por lo que dichas actividades no están contempladas como parte del alcance del proyecto sometido a evaluación por Enestas, S.A. de C.V.

- Instalación de tubería superficial de acero inoxidable, montada en soportes anclados al piso. Dicha tubería será utilizada al momento de realizar las actividades de recarga del GNL desde el semiremolque de Enestas, S.A. de C.V., al tanque de guarda instalado en el predio que ocupa el cliente.
- Instalación de tubería superficial de acero inoxidable, montada en soportes anclados al piso, la cual conectará el tanque de guarda de GNL con el vaporizador. Se contará con instrumentación para la medición de parámetros y elementos de control.
- Instalación de un vaporizador natural encargado de transformar el gas natural de la fase líquida a la fase gaseosa.
- Instalación de un vaporizador con una capacidad de 2,000 SCFH el cual será parte del Sistema de Reducción de Presión (Economizador). Este sistema se describe más adelante.

- Un tanque estacionario marca CYTSA que contendrá fluido odorizante (mercaptano) con una capacidad nominal de 180 L. La función de este odorizante será servir como medio de detección de posibles fugas de metano en estado gaseoso.
- Instalación de tubería superficial de acero inoxidable, montada en soportes anclados al piso, la cual conectará el vaporizador con la sección de regulación y medición y de ahí a la red interna del cliente. Se contará con instrumentación para la medición de parámetros y elementos de control.
- Instalación de equipo portátil contra incendios.

Todos los equipos serán instalados sobre una plancha de concreto con la que ya cuenta el cliente, tal como se muestra en el Anexo 12, y que será adecuada por el mismo para la instalación de la Terminal Remota.

Los sistemas que forman parte de la regasificación de GNL son los siguientes:

- **Estación de Regulación de Presión (Manifold):** Es una instalación destinada a reducir y controlar la presión del gas natural a una presión determinada por el cliente. Consta de tres ramas, de las cuales dos son de regulación de presión. Cada una de las ramas de regulación de presión consta de dos válvulas de corte y el regulador de presión.
- **Sistema de Elevo de Presión (PBU):** Cuando hay consumo, la presión de servicio del tanque de guarda tiende a descender. Para recuperar la presión de trabajo, el recipiente incorpora un regulador de presión que permite el paso de una pequeña cantidad de líquido a través del serpentín de elevación de presión que, al gasificarse, restablece la presión a la que ha sido regulado el recipiente interior.
- **Sistema de Reducción de Presión (Economizador):** Si debido a un paro de consumo bastante largo, se hubiera aumentado la presión en el recipiente, por encima de la presión de apertura del regulador, éste se abrirá liberando la conexión entre las fases líquida y gaseosa, permitiendo reducir la presión sin pérdida de producto.

Cuando se realice la alimentación del tanque de recarga al isocontenedor estacionario de 44,000 L existirá una línea de alimentación alterna desde el tanque de recarga al vaporizador de 2,000 SCFH. Lo anterior con la finalidad de que si en el tanque de recarga una porción del Gas Natural está dejando de ser líquido criogénico y está pasando a la fase gaseosa, esta fase gaseosa se hace pasar directamente al vaporizador de 2,000 SCFH y posteriormente a la línea de alimentación al cliente.

- **Sistema de Medición de Flujo (Flujómetro):** Para el conteo de la cantidad de gas natural entregada al cliente se instalará un medidor de flujo tipo coriolis marca EMERSON, este será dimensionado de acuerdo con los consumos del cliente y sus equipos.

Una vez que se lleve a cabo la instalación de los equipos, las actividades de operación serán las siguientes:

- Previo al inicio de operaciones se debe hacer un procedimiento de enfriamiento del tanque de guarda, así como el barrido de la tubería para la limpieza de las mismas.
- Una vez iniciada la operación de la Terminal Remota, el cliente estará enviando imágenes del medidor del tanque de guarda al personal de Enestas, S.A de C.V., de modo que éstos monitoreen el consumo de GNL y dependiendo de la demanda, se programarán las operaciones de recarga, para que Enestas, S.A. de C.V. realice las actividades pertinentes, las cuales consistirán en llevar el GNL a la planta del cliente para realizar el trasvase al tanque de guarda instalado en el área en comodato; este proceso se va a repetir las veces que sean requeridas por el cliente mientras dure el contrato de prestación de servicios. Como se ha mencionado, se plantea también la instalación de sistema de telemedición en forma alterna a las imágenes que enviará el cliente.
- Debido a que el vaporizador se encargará de transformar el gas natural de la fase líquida a la fase gaseosa y éste se mandará a la red interna del cliente, no es necesario contar con personal permanente en la instalación.
- La Terminal Remota de Suministro de Gas Natural contempla la instalación de un sistema de odorización. El fluido odorizante (mercaptano) se encontrará en el tanque estacionario de 180 L el cual se conectará también a la línea de alimentación al cliente. La función es servir como medio de detección de posibles fugas de metano en estado gaseoso.
- Habrá un programa de mantenimiento propuesto por la Dirección de Operaciones, el cual describe las actividades necesarias para mantener la funcionalidad y seguridad de las instalaciones; dichas actividades de mantenimiento serán realizadas por prestadores de servicios especializados contratados por Enestas, S.A. de C.V., de conformidad con los programas de mantenimiento previamente elaborados.

Cabe señalar que como parte de las actividades de inspección y mantenimiento se realizarán las siguientes:

- Todos los componentes de la instalación se deben someter a las pruebas periódicas indicadas en el programa de mantenimiento.

- Regularmente se realizará una inspección física en el cual se realizará el rastreo de fugas en tanque, válvulas y conexiones.
- Se verificará la presión de vacío y el funcionamiento adecuado de la instrumentación de control.

Las características de los equipos que se instalarán será la que se muestra en la Tabla 3, correspondiente al tanque criogénico de guarda y vaporizador.

Tabla 3. Características técnicas de los equipos

No.	Equipo	Descripción	Características técnicas	Observaciones
1	Tanque criogénico de guarda	Consta de un recipiente interior de acero inoxidable para soportar bajas temperaturas, y uno exterior de acero al carbono, aislados entre sí por una combinación de alto vacío y material aislante.	Un Isocontenedor de 40 pies de longitud (12.192 m) con un volumen de 44,000 Litros, con una Presión Máxima Permisible de Trabajo (MAWP) de 7.93 bar, con un Peso Totalmente Lleno de 34,000 Kg y un Peso en Vacío de 12,065 KG. Las dimensiones del tanque criogénico estacionario serán: Ø x H x L= 2.43 m x 2.59 m x 12.192 m.	El volumen del tanque de guarda contempla una capacidad máxima para maximizar la carga útil de la Terminal.
1	Vaporizador Natural	Dispositivo que consta de un serpentín soldado longitudinalmente a una solera de aluminio, que cuando el GNL pasa por dicho serpentín gana calor en su trayectoria alcanzando su temperatura de vaporización, así el vaporizador entrega gas natural a temperatura ambiente en su salida.	Vaporizador de marca Cryoquip INC. con una capacidad de 20,000 SCFH y una Presión Máxima Permisible de Trabajo (MAWP) de 31 Bar, con un peso de 816 KG. Las dimensiones de este vaporizador son: A x L x H= 1.949 m x 1.480 m x 2.923 m.	El vaporizador tendrá como fuente de calor el aire ambiental. Entiéndase que son aquellos que obtienen calor a partir de fuentes naturales como la atmósfera. Temperatura de diseño: -320°F a +150°F (-196°C a +66°C)
1	Vaporizador Natural	Dispositivo que consta de un serpentín soldado longitudinalmente a una solera de aluminio, que cuando el GNL pasa por dicho serpentín gana calor en su trayectoria alcanzando su temperatura de vaporización,	Vaporizador ambiental RIME con una capacidad de 2,000 SCFH y una Presión Máxima Permisible de Trabajo de 17.23 Bar	El vaporizador tendrá como fuente de calor el aire ambiental. Este vaporizador es parte del Sistema de Reducción de Presión (Economizador).

No.	Equipo	Descripción	Características técnicas	Observaciones
		así el vaporizador entrega gas natural a temperatura ambiente en su salida.		
1	Tanque estacionario	Tanque estacionario marca CYTSA.	Tanque estacionario CYTSA. Presión de diseño 250 PSI. Temperatura de diseño: 125°F (51.6°C). Capacidad nominal de 180 L. Medidas mm: L X W X H (997 x 609.6 x 717.6)	Contendrá fluido odorizante. La función es servir como medio de detección de posibles fugas de metano en estado gaseoso.

Por otro lado, en la Tabla 4 se enlistan los componentes y accesorios de todos los materiales de tuberías. Todos los materiales de tuberías, inclusive empaques y compuestos para sellar uniones roscadas son compatibles con el rango de temperatura del GNL.

Tabla 4. Descripción de los componentes.

Componente	D.N.
Tubería Extremos Planos ASTM A312 TP304, 304L ASME B3619M Ced. 40	2"
Brida de Acero Inoxidable LJ CL150 LBS R.F Bore 52 mm ASTM A182 GR F304, ASME B16.5, Ced. 40	2"
Válvula de sobre presión de Bronce de 200 psi B-3132-10	1"
Válvula Check Criogénica Herose de Acero Inoxidable PN50 ASTM A351 CF8, Disco A276 Grado 304	2"
Regulador Economizador FR 13785 marca Tyco	1"
Manguera de Acero Inoxidable de 0.5 m de longitud con extremos bridados	1.5"
Tubería Extremos Planos ASTM A312 TP304, 304L ASME B3619M Ced. 40	2"
Brida de Acero Inoxidable LJ CL150 LBS R.F Bore 52 mm ASTM A182 GR F304, ASME B16.5, Ced. 40	2"
Válvula de sobre presión de Bronce de 200 psi B-3132-10	1"
Manómetro Seco de Caratula Dual con medidas en KPa y PSI de 200PSI	¼"
Manómetro Seco de Caratula Dual con medidas en KPa y PSI de 100PSI	¼"
Válvula de corte Criogenica WORCESTER de vástago corto	1 ½"
Válvula Check Criogénica Herose de Acero Inoxidable PN50 ASTM A351 CF8, Disco A276 Grado 304	2"

Componente	D.N.
Regulador Economizador FR 13785	1"
Soportería en PTR en acero inoxidable	2"

Por otro lado, en el Anexo 6 del presente estudio se presenta el plano de distribución de los equipos, en el Anexo 7 el plano con las características del tanque de guarda; el plano correspondiente a la descripción del vaporizador se muestra en el Anexo 8. En el Anexo 9 se representa el diagrama de flujo del proceso; en el Anexo 10 el diagrama de distribución de tuberías y en el Anexo 11 el isométrico general de la instalación.

II.1.2. Selección del sitio

El Proyecto se ubica dentro del predio propiedad del cliente, en una superficie en comodato de 500 m². La superficie en comodato y en la que se realizarán las actividades de recarga, se encuentran ya impactadas por las actividades propias del cliente.

Cabe mencionar que el cliente es responsable de entregar el espacio en comodato donde se pretende ejecutar el presente Proyecto con las condiciones necesarias para instalar el equipamiento, actualmente dicho espacio cuenta con una plancha de concreto capaz de soportar las distintas cargas a las que se someterá, tal como se muestra en el Anexo 12. Cabe mencionar que conforme a los términos del contrato de comodato (Anexo 4), todas las actividades de preparación del área en comodato serán realizadas por parte del cliente; por lo que dichas actividades no están contempladas como parte del alcance del proyecto sometido a evaluación por Enestas, S.A. de C.V.

Para elegir dicha área, se buscó un sitio dentro del predio que ya contara con los requisitos o infraestructura mínima para la instalación de los equipos, por lo que los criterios técnicos que se tomaron en cuenta para la selección del sitio se limitaron a seleccionar un área libre que cumpliera con las dimensiones necesarias requeridas en la normatividad aplicable para la instalación de la Terminal Remota, así mismo se consideró la distancia media entre los equipos a los cuales se les suministrará GNL y la superficie con la que ya cuenta el cliente.

En la selección del sitio se consideró que no hubiera ningún tipo de especie de flora ni de fauna y en virtud de que dicho polígono está en el interior de los terrenos de la instalación del cliente, no en un área con características naturales, por ese motivo no resulta aplicable la realización de muestreo alguno de flora o fauna, por lo que no se consideraron criterios ambientales y/o socioeconómicos, lo anterior debido a la naturaleza del proyecto, el cual no implica la utilización de recursos naturales ni de la realización de obras nuevas para el desarrollo de la actividad y no implica un impacto significativo para el ambiente.



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con ERA
Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California.**

Emisión: Junio-2021

II.1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización

El Proyecto se ubicará en la cercanía de la carretera Mexicali – San Felipe, dentro de los terrenos del cliente, en una superficie en comodato de 500 m². El usuario final o cliente se ubica en la Entidad Federativa de Baja California en el Municipio de Mexicali, teniendo como dirección la siguiente:

DOMICILIO DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA) ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



Para la instalación del Proyecto no se ejecutarán obras provisionales, por lo que no se ocupará espacio adicional a lo establecido en el comodato. La ubicación del presente proyecto se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 5. Coordenadas geográficas y UTM del predio.

V	Coordenadas geográficas	Coordenadas UTM
1	COORDENADAS DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA) ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.	
2		
3		
4		

Zona 11, Datum WGS 84.

Figura 3. Ubicación territorial del municipio de Mexicali en el estado de Baja California.

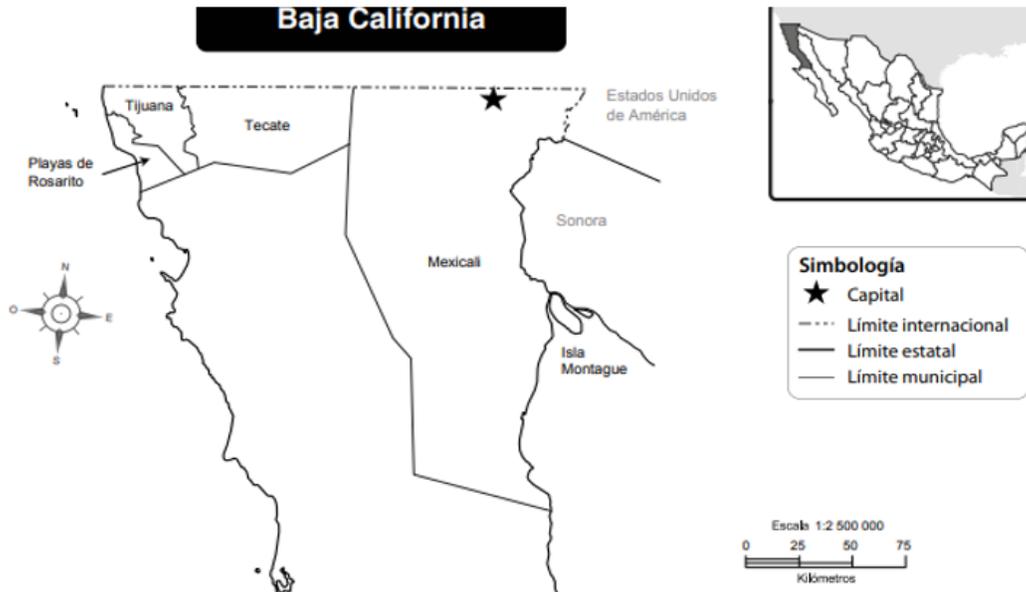


Figura 4. Localización del área de proyecto en la localidad.



Figura 5. Localización del proyecto de la Terminal Remota de Suministro de GNL.



Figura 6. Ubicación de las áreas que conforman el proyecto.



En el Anexo 5 se incluye el plano de localización del proyecto.

II.1.4. Inversión requerida

El monto de la inversión requerida para la realización del Proyecto se desglosa a continuación:

- Inversión que incluye la adquisición de los equipos, la instalación de la Terminal y tramitología para la operación.
- Gastos de operación y mantenimiento.

Debido a que el Proyecto se instalará en un predio ya impactado por las actividades propias del cliente y con las características necesarias para su instalación a cargo de éste, según lo acordado en el contrato de comodato firmado entre las partes, no se requiere la realización de obras o actividades previas por parte de Enestas, S.A. de C.V., para la preparación del sitio, por lo que se tiene lo siguiente:

INFORMACIÓN
PATRIMONIAL
DE LA
PERSONA
MORAL,
MONTO DE
INVERSIÓN,
ART. 116
CUARTO DE
PÁRRAFO DE
LA LGTAIP Y
113 FRACCIÓN
III DE LA
LFTAIP.

- La inversión requerida es de \$ ██████████
- El periodo de recuperación del capital es de 18 meses aproximadamente.
- El presupuesto destinado al control y mitigación de posibles impactos ambientales es de \$ ██████████

II.1.5. Dimensiones del proyecto

El Proyecto se ubicará en terrenos que ocupa el cliente, en una superficie en comodato de 500 m², de esta área el tanque de guarda ocupará una superficie de 29.72 m² mientras que el vaporizador natural ocupará un área de 2.884 m². Eventualmente se ocupará una superficie, a un costado del tanque de guarda, donde se estacionará el vehículo Isotank que será ocupado para las actividades de recarga del Gas Natural Licuado. La superficie que ocupará cada equipo que constituyen el Proyecto se muestran en la siguiente tabla.

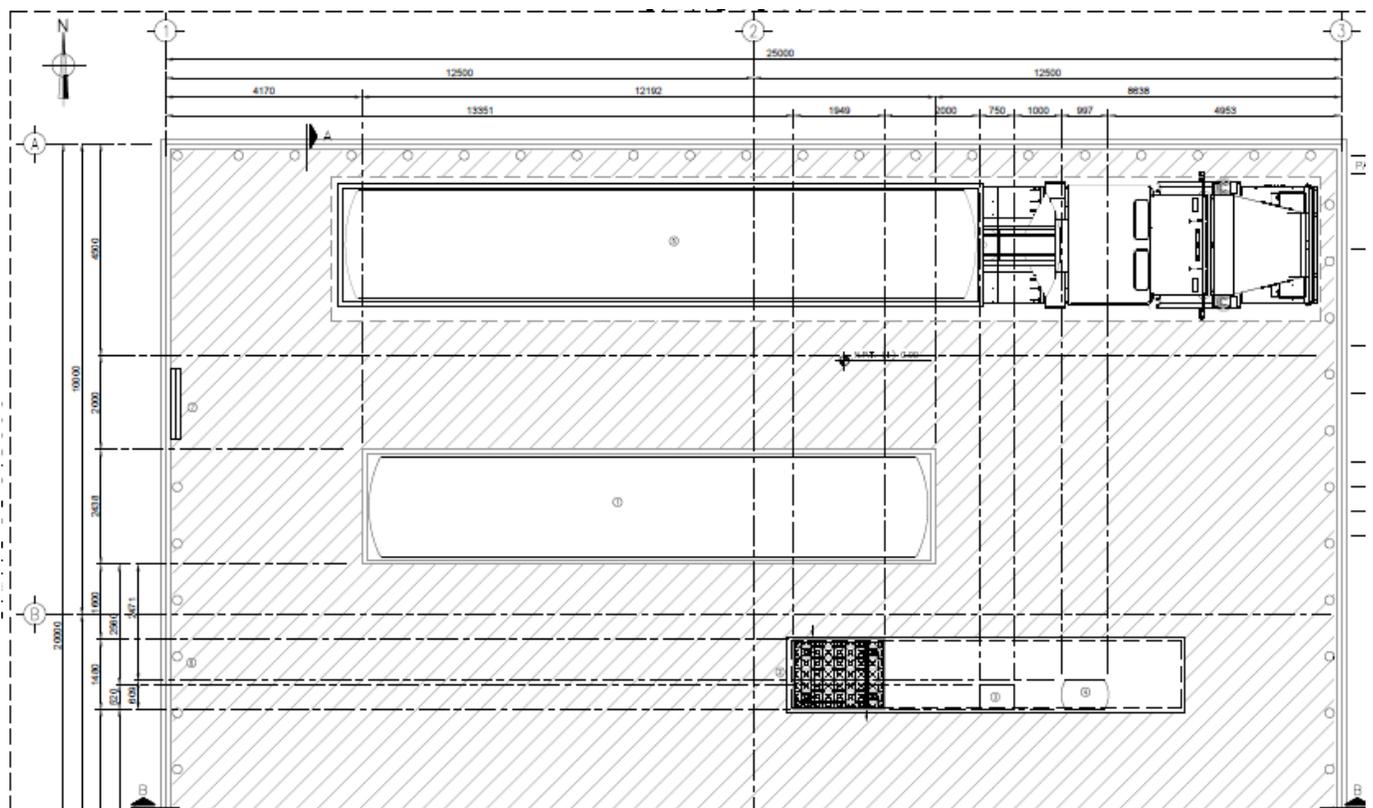
Tabla 6. Superficie requerida de los equipos.

Equipos	Superficie (m ²)
1 Tanque criogénico de guarda	29.72
1 Vaporizador natural	2.884
1 Vaporizador natural	0.39

Equipos	Superficie (m ²)
1 tanque de guarda de odorizante	0.607
Total	33.601

En la Figura 7 se muestra el plano de distribución de los equipos que se utilizarán para el proyecto (ver Anexo 6).

Figura 7. Arreglo de los equipos en la terminal remota de suministro de Gas Natural.



El arreglo de los equipos está diseñado para que el tanque criogénico pueda suministrar al vaporizador, por lo que éste cuenta con un arreglo de tuberías, válvulas y accesorios que permiten el flujo y control



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con ERA
Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California.**

Emisión: Junio-2021

del GNL. En el Anexo 11 se presenta el plano isométrico general que incluye todos los componentes de la Terminal Remota. El arreglo posterior al vaporizador conducirá el gas natural en fase gaseosa a un By pass de regulación y medición, para finalmente encauzar el gas natural hasta su entrega al cliente, punto en el cual se realizará la transferencia de custodia.

Para el desarrollo del proyecto, instalación y operación, no se tienen contempladas obras eventuales. La superficie en comodato, en la que se realizarán las actividades de recarga se encuentra ya impactada por las actividades propias del cliente y estas serán acondicionadas por el cliente de tal suerte que será su responsabilidad entregar a Enestas, S.A. de C.V., la superficie preparada para la instalación de los equipos, dicha superficie actualmente cuenta con piso de concreto, compactado, homogéneo y firme, por lo que el proyecto no afectará superficie con cobertura vegetal de ningún tipo, pues reiteramos que esta ya ha sido impactada por las actividades propias del cliente y que éste será el responsable de entregarlo listo para la instalación de los equipos.

La instalación de equipos se realizará en una sola etapa.

II.1.6. Uso de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

El Proyecto se ubica en el interior del predio propiedad del cliente, en una superficie en comodato de 500 m² (25 m x 20 m). En ese sentido, y considerando que la actividad a desarrollar en el Proyecto consiste en proporcionar un servicio auxiliar al cliente no es factible el trámite autorización del uso de suelo para la superficie en comodato.

En lo que respecta a los usos de los cuerpos de agua, para la instalación y operación del Proyecto no se va a tener consumo alguno, toda vez que no es requerido este servicio.

II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El área donde se ubicará el Proyecto se encuentra alejada de los centros poblacionales, sin embargo, la zona cuenta con los servicios básicos, como son: vías de acceso y energía eléctrica, lo indispensable para operar la terminal remota.

Debido a la naturaleza del proyecto, consistente en la instalación, operación y mantenimiento de una Terminal Remota, en la que se realizará la guarda y regasificación de Gas Natural Licuado (GNL), y la entrega de gas natural por parte del Regulado Enestas, S.A. de C.V., al usuario final o cliente, no se requieren servicios básicos para la operación tales como uso de red de drenaje ya que no se generarán descargas de agua residual, ni se generarán residuos durante la operación del proyecto.



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con ERA
Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California.**

Emisión: Junio-2021

Se requiere el uso de vías de acceso para el trayecto que recorre el tractocamión que realiza la recarga de GNL y estas ya existen previas al Proyecto como parte de la urbanización del sitio.

En lo que respecta al consumo de energía eléctrica y agua, estos servicios serán proporcionado por el cliente.

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

II.2.1. Programa General de Trabajo

Para el proyecto se tiene estimada una vida útil de no más de 25 años.

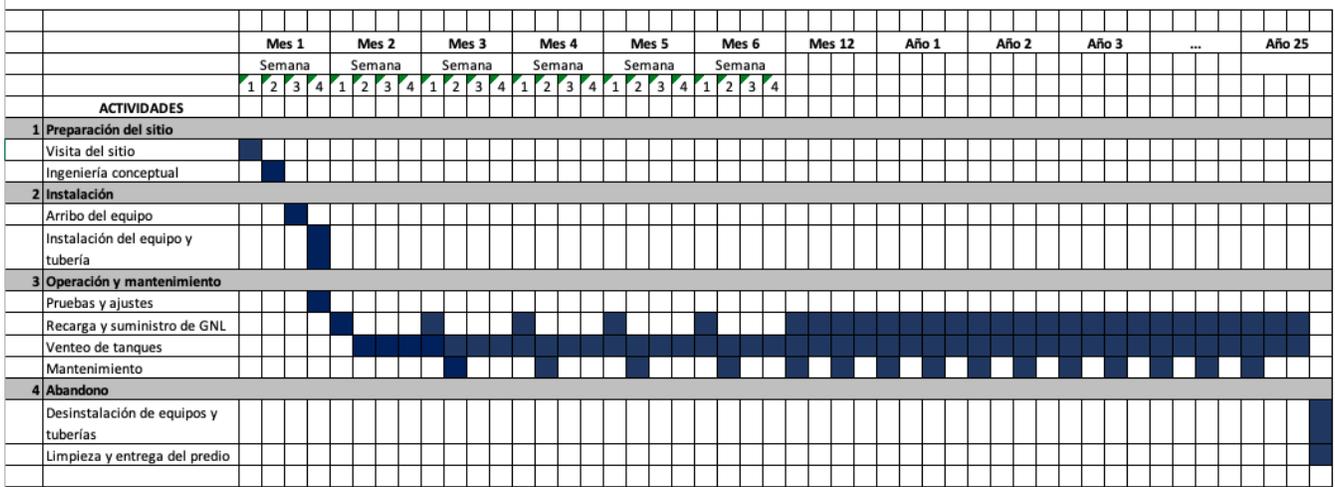
Es importante reiterar que no se tienen contempladas actividades de preparación del sitio ni de construcción, ya que el cliente proporcionará un espacio con plancha de concreto, compactado, homogéneo, firme y principalmente que cumple con los parámetros de resistencia para las distintas cargas a las que se someterá, para colocar el tanque de guarda y el vaporizador ambiental, consistente en un área capaz de soportar la carga de los equipos a instalar.

Las actividades generales de trabajo a realizar incluyen:

- Visita al sitio para la selección y revisión del área que será entregada en comodato.
- Ingeniería conceptual.
- Ingeniería básica e ingeniería básica extendida.
- Arribo del equipo al sitio.
- Instalación del equipo y tuberías.
- Pruebas.
- Puesta en marcha.
- Operación y mantenimiento.

En la Figura 8 se presenta el diagrama de Gantt que muestra el programa general de ejecución del Proyecto.

Figura 8. Diagrama de Gantt de la ejecución general del proyecto.



En el diagrama antes indicado, se manifiesta una etapa de preparación del sitio, así como una de instalación, sin embargo hay que aclarar que no existen actividades propias de preparación del sitio u obra, únicamente utilizaremos estos rubros para poder exponer las actividades previas a la operación y mantenimiento del proyecto que se pretende llevar a cabo; por lo que reiteramos que en este proyecto no hay actividades de obras o acondicionamientos previos por parte de Enestas S.A. de C.V., pues de acuerdo al contrato de comodato será el cliente el responsable de entregar el área a ocupar para el proyecto con las características necesarias para su instalación.

Como se muestra en el diagrama de Gantt, se tiene un estimado de un mes para poder realizar las actividades previas a la instalación del equipo incluidas las de la instalación de los mismos, a partir del tercer mes, se considera que ya se estaría en condiciones para hacer la carga y suministro del GNL y a partir de ese momento, las recargas continuarán a demanda del cliente y las acciones de mantenimiento se planean hacerse periódicamente con probabilidad a ser mensuales, permaneciendo así, por todo el tiempo útil del proyecto que puede ser hasta 25 años.

II.2.2. Preparación del sitio

Para la instalación del Proyecto no se realizará algún tipo de “preparación del sitio” tales como: cambio de uso de suelo, apertura de caminos de acceso, construcción, uso de maquinaria y equipo de trabajo, etc., ni se realizará construcción alguna, ya que el cliente otorgará en comodato el lugar donde se instalará el Proyecto, el cual cuenta con una superficie de concreto capaz de soportar la carga de los

DERECHOS RESERVADOS: El contenido del presente documento se considera confidencial y, en algunos casos, secreto industrial con protección ante el sistema de propiedad industrial, por lo que queda prohibida la reproducción parcial o total del presente documento por cualquier medio, sin autorización. Las copias impresas de este documento se consideran copias no controladas.

equipos a instalar. El sitio otorgado en comodato y en el cual se ubicará el proyecto se encuentra dentro del predio propiedad del cliente, el cual se encuentra ya impactado por las actividades propias de éste.

Antes de iniciar la instalación del Proyecto se desarrollan las siguientes actividades:

- **Visita a sitio para viabilidad del área.** Personal de la Dirección de Operaciones realizó una visita a las instalaciones del cliente para verificar la viabilidad del área otorgada por el cliente en comodato para la colocación de la Terminal remota, es decir, se verificaron distancias y requerimientos establecidos en la normatividad aplicable, así como consumo estimado de gas natural.
- **Ingeniería conceptual.** Una vez definida la viabilidad del proyecto en términos financieros, legales y de ingeniería, se realiza la Ingeniería conceptual con información obtenida en la visita de sitio. Personal de la Dirección de Operaciones realiza el diseño y selección del equipo (tanques de guarda y vaporizadores) que requiere el cliente, lo anterior será insumo para que el prestador de servicios que se encargue de la instalación de la Terminal realice los arreglos de tuberías y válvulas, conforme a lo establecido en la normatividad.
- **Gestión de trámites y permisos.** La Dirección Jurídica y Regulatoria en conjunto con la Dirección de Seguridad, Salud, Medio Ambiente y Calidad, realizan el análisis de todos los trámites que son aplicables al Proyecto a desarrollar, priorizando la gestión de los trámites que se deben obtener previo a la instalación y operación del Proyecto, como es el caso de la Manifestación de Impacto Ambiental, el Estudio de Riesgo Ambiental (bajo lo especificado para el Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos) y el permiso de Distribución y Regasificación emitidos por la Agencia de Seguridad Energía y Ambiente (ASEA) y la Comisión Reguladora de Energía (CRE) respectivamente.

II.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Para el Proyecto no se realizarán obras o actividades provisionales, tales como campamentos, talleres, comedores etc, únicamente las descritas en el apartado anterior.

II.2.4. Etapa de construcción

Por la naturaleza del Proyecto, no se realizarán actividades de preparación del sitio ni de construcción, ya que como se ha mencionado en otros apartados, solamente se realizarán actividades de preparación del área en comodato, las cuales serán realizadas por parte del cliente. Enestas solo realizará la



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con ERA
Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California.**

Emisión: Junio-2021

instalación de los equipos, tuberías y válvulas, en la superficie en comodato previa adecuación por parte del cliente.

Para la instalación de los equipos, la empresa Enestas, S.A. de C.V., contratará los servicios de un prestador de servicios especializado en la materia, quien realizará dicha actividad y en la cual no se generará ningún tipo de afectación al medio ambiente, ya sea emisiones al aire, agua, suelo y subsuelo o la generación de residuos (sólidos urbanos, de manejo especial o peligrosos), ya que la instalación de los equipos no requiere de obras o actividades que involucre al medio ambiente y para las cuales el prestador de servicio es experto en dicha materia.

La instalación del Proyecto consiste en lo siguiente:

- Instalación de un isocontenedor criogénico, que se encargará de resguardar el gas en fase líquida previo a ser consumido en estado gaseoso por el cliente.
- Instalación de tubería superficial de acero inoxidable, montada en soportes anclados al piso, la cual permitirá rellenar el semirremolque encargado de resguardar el GNL una vez que se agote el producto.
- Instalación de tubería superficial de acero inoxidable, montada en soportes anclados al piso, la cual conectará el semirremolque encargado de resguardar el GNL con el vaporizador.
- Instalación de un vaporizador de saturación, encargado de transformar el gas natural de la fase líquida a la fase gaseosa.
- Instalación del vaporizador de 2,000 SCFH que será parte del Sistema de Reducción de Presión (Economizador).
- Instalación del tanque estacionario que contendrá fluido odorizante con una capacidad nominal de 180 L.
- Instalación de tubería superficial de acero inoxidable, montada en soportes anclados al piso, la cual conecta con el vaporizador con la sección de regulación y medición y a continuación con la red interna del cliente.

Otros sistemas que forman parte de la regasificación de GNL son los siguientes:

- **Estación de Regulación de Presión (Manifold):** Es una instalación destinada a reducir y controlar la presión del gas natural a una presión determinada por el cliente. Consta de tres

ramas, de las cuales dos son de regulación de presión. Cada una de las ramas de regulación de presión consta de dos válvulas de corte y el regulador de presión.

- **Sistema de Elevo de Presión (PBU):** Cuando hay consumo, la presión de servicio del tanque de guarda tiende a descender. Para recuperar la presión de trabajo, el recipiente incorpora un regulador de presión que permite el paso de una pequeña cantidad de líquido a través del serpentín de elevación de presión que, al gasificarse, restablece la presión a la que ha sido regulado el recipiente interior.
- **Sistema de Reducción de Presión (Economizador):** Si debido a un paro de consumo bastante largo, se hubiera aumentado la presión en el recipiente, por encima de la presión de apertura del regulador, éste se abrirá liberando la conexión entre las fases líquida y gaseosa, permitiendo reducir la presión sin pérdida de producto.

Cuando se realice la alimentación del tanque de recarga al isocontenedor estacionario de 44,000 L existirá una línea de alimentación alterna desde el tanque de recarga al vaporizador de 2,000 SCFH. Lo anterior con la finalidad de que si en el tanque de recarga una porción del Gas Natural está dejando de ser líquido criogénico y está pasando a la fase gaseosa, esta fase gaseosa se hace pasar directamente al vaporizador de 2,000 SCFH y posteriormente a la línea de alimentación al cliente.

- **Sistema de Medición de Flujo (Flujómetro):** Para el conteo de la cantidad de gas natural entregada al cliente se instalará un medidor de flujo tipo coriolis marca EMERSON, este será dimensionado de acuerdo con los consumos del cliente y sus equipos.

El área donde se ubicará el proyecto estará delimitada por una malla perimetral, que evitará que personal ajeno a Enestas, S.A de C.V. ingrese sin autorización, esto para tener un mejor control y seguridad en el Proyecto.

II.2.5. Etapa de operación y mantenimiento

Pruebas previas

Previo al inicio de operaciones se debe hacer un procedimiento de enfriamiento del tanque de guarda, así como el barrido de la tubería para la limpieza de las mismas. Asimismo, se realizarán pruebas preoperativas que incluyen la limpieza y regulación de la tubería, donde se puede combinar con el llenado inicial de la misma, realizarse como una operación separada o combinarse con la eliminación de residuos de soldadura.



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con ERA Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California.

Emisión: Junio-2021

La prueba de presión de la tubería se debe realizar con base en la presión de prueba del sistema determinada en conformidad con el código de diseño aplicable. Por lo general, una prueba debe abarcar la tubería entre la interconexión con el sistema y debe incluir todos los componentes y conexiones de la tubería. La prueba se debe realizar después que todas las obras de instalación y protección de la tubería hayan sido terminadas. Por lo general, la prueba de presión se realiza para comprobar la hermeticidad y resistencia mecánica, y para detectar cualquier fuga.

Trasvase de gas natural licuado

En el Proyecto se realizará la guarda de gas natural en forma líquida (GNL) en un tanque criogénico de doble pared con una capacidad de 44,000 litros, posteriormente se regasifica mediante un vaporizador natural, el cual tiene una capacidad de 20,000 SCFH (566.34 m³/h) y finalmente se inyectará en las instalaciones de aprovechamiento del cliente.

El gas natural en estado líquido es recibido a una temperatura promedio de -162°C por lo que se considera un producto criogénico y se debe de portar el EPP cuando se realice la actividad de trasvase de GNL hacia el tanque estacionario de guarda de la terminal remota de suministro de gas natural al cliente. Esta etapa del proceso es llevada a cabo por el operario de la unidad de transporte de GNL cuando se requiera realizar el proceso de trasvase de GNL a la estación del cliente, en cualquiera de las terminales de gas natural licuado que requieran ser suministradas constantemente de producto por parte de Enestas, S.A. de C.V.

Cuando se realice la alimentación del tanque de recarga al isocontenedor estacionario de 44,000 L existirá una línea de alimentación alterna desde el tanque de recarga al vaporizador de 2,000 SCFH. En caso de que en el tanque de recarga una porción del Gas Natural está dejando de ser líquido criogénico y está pasando a la fase gaseosa, esta fase gaseosa se hace pasar directamente al vaporizador de 2,000 SCFH y posteriormente a la línea de alimentación al cliente.

Arranque inicial de terminal

El arranque inicial de una terminal remota de suministro de gas natural al cliente es responsabilidad de Enestas, S.A. de C.V., donde se debe verificar el cumplimiento de las condiciones de operación, seguridad, medio ambiente y legales necesarias previas al arranque, durante y estabilizado el proceso, con la utilización del manual de Arranque Inicial de Estación. Todas las actividades deben realizarse en el lugar de la terminal remota, no permitiéndose en ninguna circunstancia que actividades de pre-arranque se realicen en fábrica u otro lugar del proveedor o contratista.

El arranque inicial de la terminal se encuentra dentro del alcance del contratista, así como del personal involucrado. A continuación, se enuncian los pasos a seguir para llevar a cabo el arranque inicial de la terminal:

- Revisión de conformidad para cada parte, componente o equipamiento, tales como manómetros, reguladores, cableado. Verificar visualmente la condición del equipamiento, la calidad de la instalación, el cumplimiento de planos y especificaciones, instrucciones del fabricante, reglamentos de seguridad, códigos, estándares y buenas prácticas de la industria.
- Prueba estática y desenergizado de equipamiento eléctrico, para el aseguramiento de la integridad de los equipos críticos. Esta actividad de verificación se aplicará a todas las áreas y cubrirá actividades como ajuste de instrumentos, válvulas de seguridad y pruebas de presión de válvulas.
- Limpieza y soplado con gas inerte y prueba de presión de reguladores de presión, válvulas, filtros, válvulas de retención, instrumentos de medición, etc.
- Presurizar los sistemas con gas inerte a 1.5 veces la presión de operación máxima del sistema a intervenir.
- Abrir la válvula de purga destinada en esa línea para liberar la energía acumulada de manera súbita y producir un arrastre de partículas externas de la tubería y equipos.
- Las actividades anteriores serán organizadas por cada sistema o subsistema siguiendo una secuencia aprobada por las partes interesadas.
- Las tuberías deben ser sopladas en el sentido aguas arriba hacia aguas abajo, donde el suministro de gas inerte debe ser colocado aguas arriba y la válvula de purga deberá estar localizada aguas abajo de la tubería o equipo.
- Las válvulas de bola deben estar en posición abierta para los pasos anteriores.
- Inertizar los equipos, tuberías e instrumentos hasta alcanzar una concentración de oxígeno menor que 2% de LEL.
- Enfriamiento de los equipos criogénicos abriendo lenta y gradualmente válvulas de by-pass que contemplan la instalación de recepción de GNL, tanques de guarda, válvulas y tuberías conectadas a estos, vaporizadores de GNL y tubería de instrumentos hasta alcanzar una temperatura de al menos -140°C.
- Confirmar con el cliente el término de las actividades para su aprobación y visto bueno.

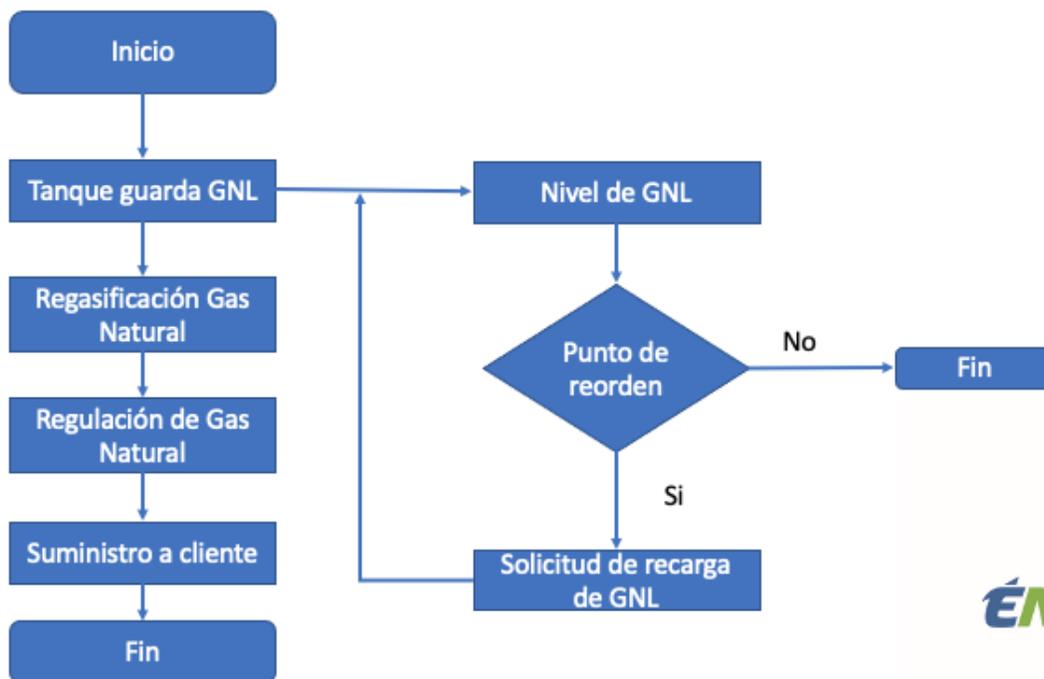
Operación normal de la terminal

La operación normal de la terminal remota de suministro de gas natural al cliente debe ser de forma continua y ser supervisada por el personal de Enestas, S.A. de C.V. en los siguientes aspectos:

- Inventario de GNL (nivel y presión de los tanques de guarda)
- Presión y temperatura del suministro de GN al cliente
- Medición de GN enviado al cliente
- Situaciones de emergencia
- Actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, entre otras.

El monitoreo del inventario de GNL puede ser llevado a cabo por telemetría (aplicación asset viewer) o por cálculo de inventario utilizando las tablas de nivel para los tanques estacionarios de guarda, por lo que no es necesario contar con personal permanente en la instalación para supervisar la operación de los equipos.

Figura 9. Diagrama de proceso.



Durante las actividades de operación no se requerirá de servicios de agua potable o drenaje. Tampoco se generarán residuos de cualquier tipo, ni se realizarán actividades que deriven en una descarga al suelo o subsuelo.



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con ERA Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California.

Emisión: Junio-2021

En lo que respecta a emisiones a la atmósfera, no se generarán como parte de la actividad; sin embargo, eventualmente llegarán a generarse venteos provenientes del tanque, lo anterior con el objetivo de prevenir la sobrepresión en el mismo y así mantener las condiciones de seguridad operativa.

Se adaptará como medida de regulación, un sistema de reducción de presión (economizador). Ya que cuando se presente un paro de consumo bastante largo, y se hubiera aumentado la presión en el recipiente por encima de la presión de apertura del regulador, éste se abrirá liberando la conexión entre las fases líquida y gaseosa, permitiendo reducir la presión sin pérdida de producto, por lo que se favorece el aprovechamiento del gas y evita los venteos directos del tanque. Asimismo, cuando se realice la alimentación del tanque de recarga al isocontenedor estacionario de 44,000 L existirá una línea de alimentación alterna desde el tanque de recarga al vaporizador de 2,000 SCFH. Lo anterior en el caso de que en el tanque de recarga una porción del Gas Natural está dejando de ser líquido criogénico y está pasando a la fase gaseosa, esta fase gaseosa se hace pasar directamente al vaporizador de 2,000 SCFH y posteriormente a la línea de alimentación al cliente.

Adicionalmente, se contempla la instalación de un sistema de odorización previo al punto de transferencia de custodia. El fluido odorizante (mercaptano) se encontrará en el tanque estacionario de 180 L el cual se conectará también a la línea de alimentación al cliente. La función es servir como medio de detección de posibles fugas de metano en estado gaseoso.

Por otro lado, ocasionalmente se producirán venteos desde el By pass, con el fin de despresurizar el vaporizador. Los eventuales venteos se conducirán hacia el cabezal de desfogue que es una tubería que desemboca a la atmósfera, a una altura superior a 2.5 m. El extremo de la tubería adopta una forma de "T" mirando hacia el piso con el fin de que no pueda introducirse agua en el interior de ésta.

De igual forma, se contará con medidas de seguridad tales como la delimitación de la terminal para evitar el ingreso de personal no autorizado, señalización preventiva y restrictiva y equipo portátil contraincendio.

Paros de terminal de suministro

Paro momentáneo

El paro momentáneo de una terminal de suministro de gas natural debe ser aprobado por la Dirección de Operaciones y cualquier otra dirección necesaria dentro de la organización y ser ratificada por un representante del cliente. Dicha autorización debe incluir una justificación, tiempo de paro y un permiso de trabajo donde se analizaron y controlaron los riesgos que representa un paro de terminal.

Cuando se trate de un paro o interrupción en el suministro normal de gas natural por causas atribuidas al cliente, el sistema actuará de manera automática mediante las válvulas reguladoras de presión y flujo, no viéndose comprometida la integridad física y mecánica de las instalaciones y equipos.



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con ERA Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California.

Emisión: Junio-2021

Paro prolongado

El paro prolongado de una estación de suministro de gas natural debe ser aprobado por la Dirección de Operaciones y cualquier otra dirección necesaria dentro de la organización y ser ratificada por un representante del cliente. Dicha aprobación debe contener la justificación del paro, establecer tiempo, medidas de seguridad y monitoreo necesarias para asegurar la integridad física y mecánica de la terminal.

Se define como una interrupción en el suministro de gas natural al cliente por causas atribuidas a las necesidades operativas y de producción de éste, por lo que se debe seguir los siguientes pasos:

- Coordinar con el cliente la fecha del inicio de paro prolongado y el agotamiento total del producto en el tanque de guarda para evitar una condición insegura.
- Una vez agotado el GNL dentro del tanque de guarda, se deben despresurizar los equipos y tuberías mediante la apertura de válvulas de purga o venteo instaladas para dicha función.
- Colocar mecanismos de bloqueo en válvulas para evitar la manipulación insegura.
- Colocación y/o verificación de tierras físicas.
- Verificación de equipos contra incendios.
- Girar instrucciones de seguridad al personal encargado por parte del cliente.
- Tomar evidencia fotográfica para respaldo de condiciones finales.
- Retirar equipo no necesario en sitio.

Paro de emergencia

El paro de emergencia de una terminal de suministro de gas natural es un mecanismo de seguridad para evitar que un riesgo presente evolucione a peligro y amenace la integridad física de las personas, instalaciones y al medio ambiente.

Mantenimiento

Las actividades de mantenimiento serán realizadas por prestadores de servicios contratados por Enestas, S.A. de C.V., de conformidad con los programas de mantenimiento previamente elaborados. Es importante mencionar que el tanque criogénico de guarda podrá ser sustituido por otro de la mismas características y capacidad solo en caso de que sea requerido un mantenimiento mayor al tanque.

Para el funcionamiento del contenedor (tanque criogénico) se debe verificar periódicamente. Para el cual se requiere los siguientes puntos a revisar:

1) Rastreo de fugas

Se requiere de una inspección visual periódicamente, ésta puede ser en la primera semana de cada mes, para prevenir pérdidas debido a fugas. En una tubería en la cual no fluye ni gas ni líquido debe estar libre de hielo.

Se debe prestar especial atención a las juntas de las válvulas ya que la temperatura intermitente puede causar desgaste o fatiga en las mismas.

Las posibles fugas se pueden detener fácilmente apretando la unión o los bonetes atornillados al cuerpo de la válvula y apretando los cuellos de las glándulas en la parte superior de los vástagos. Las pequeñas fugas pueden ser encontradas mediante el uso de spray de detección de fugas; las fugas mayores son audibles o visibles debido a la presencia de niebla, hielo o escarcha blanca.

2) Válvulas

El tanque criogénico está equipado con válvulas que requieren un mínimo de mantenimiento. Pero se debe comprobar regularmente que las uniones no tengan fugas. Si es necesario, reemplazarlas.

En el reensamblaje de válvulas, verifique que la dirección del flujo sea la misma que la instalada originalmente. Las válvulas antirretorno (Check) que presenten fugas se deben reemplazar.

Otros elementos a verificar:

- Las válvulas de seguridad [SV-1a, b] deben examinarse regularmente con respecto a la presión establecida. Esto solo se puede hacer cuando el mantenimiento se realiza en un tanque despresurizado.
- Verifique todas las bridas y conexiones de tubería usando un spray de detección de fugas (especialmente durante la puesta en marcha). Resuelva las fugas de inmediato y reemplace las juntas defectuosas.
- Verificar el indicador de presión.
- Verificar el indicador de nivel.
- La presión de vacío tiene que ser verificada. La válvula de aislamiento de vacío [TV-1] del recipiente no se puede abrir ya que el vacío del contenedor del tanque se perderá.
- Reparación del Tanque Criogénico. La reparación del tanque solo puede ser realizada por personal autorizado del proveedor o fabricante.

Asimismo, las verificaciones e inspecciones del vaporizador deberán ser registrados. El mantenimiento preventivo para estos equipos tendrá un tratamiento trimestral. Por otro lado, el mantenimiento correctivo se reportará mediante avisos generados por operaciones. Estos avisos dan una descripción general de la falla, indican el equipo afectado con su información como proyecto, localización, hojas técnicas del mismo y la prioridad que tiene la reparación para operaciones.

Plan de Capacitación

La Terminal Remota de GNL contará con un plan de capacitación escrito para instruir a todo el personal en el que se indique la capacitación recibida y la capacitación por recibir para cada persona.

El plan de capacitación incluirá como mínimo los aspectos siguientes y deberá dirigirse al personal de supervisión, operación, mantenimiento y seguridad:

- Las operaciones básicas realizadas en la terminal remota de GNL.
- Las características y peligros potenciales del GNL, incluyendo los daños graves provocados por congelación que puede resultar del contacto con él.
- Los métodos para realizar las tareas de operación y mantenimiento de la terminal remota de GNL.
- Prevención de incendios, incluyendo familiarización con la “Escenarios de emergencia y respuesta” de la terminal remota de GNL, combate contra incendios, causas potenciales de incendio, tipos, magnitudes y consecuencias probables de un incidente.

Sistema de detección de incendios y fugas de gas

Se evaluará la instalación de sistemas de detección de incendios y fugas de gas que, en su caso, cumplirán con los requisitos especificados en la normatividad aplicable. Se contempla la instalación de un sistema de odorización. El fluido odorizante (mercaptano) se encontrará en el tanque estacionario de 180 L el cual se conectará también a la línea de alimentación al cliente. La función es servir como medio de detección de posibles fugas de metano en estado gaseoso.

II.2.6. Descripción de obras asociadas al proyecto

No habrá obras asociadas al proyecto.

II.2.7. Etapa de abandono del sitio

El proyecto tiene considerada una vida útil de 25 años, aunque podría prolongarse si así lo permiten las condiciones de la instalación y si es del interés de los usuarios, previamente con la autorización de la autoridad correspondiente y si se realiza la renovación del contrato de suministro celebrado entre Enestas S.A. de C.V. y el cliente, sin embargo, por el momento no se tiene contemplado el abandono del sitio.

No obstante, en su momento Enestas S.A. de C.V., contemplará un programa de abandono del sitio. En este programa se especificarán al menos los siguientes puntos:

- Una vez que se agote el contenido de GNL en el tanque criogénico de guarda, se revisará que se haya llevado a cabo el vaciado total del tanque, así como de los remanentes que pudieran quedar en el vaporizador.
- Desinstalación de equipos y el arreglo de tuberías superficiales.
- Arribo del vehículo y carga de equipo para traslado.
- Limpieza del área en comodato y revisión de sus características.
- Entrega del sitio en comodato al cliente.

II.2.8. Utilización de explosivos

Para la instalación del Proyecto no se utilizarán explosivos.

II.2.9. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Como se mencionó anteriormente no se realizará algún tipo de “preparación del sitio” que involucre el cambio de uso de suelo, apertura de caminos de acceso, construcción y levantamiento de infraestructura especializada, uso de maquinaria pesada y equipo de trabajo, etc.; por lo que se presume nula generación de algún tipo de residuos. Aunque podría generarse polvo derivado de las actividades de instalación de los equipos en el área en comodato, dicha generación sería mínima y sin implicaciones ambientales. Tampoco se prevé la generación de residuos en las etapas de operación y mantenimiento, toda vez que se realizarán inspecciones visuales.

Por otro lado, para las actividades de operación no se consume agua, ni se realizan actividades que deriven en una descarga al suelo o subsuelo, como se mencionó anteriormente.

En lo que respecta a emisiones a la atmósfera, no se generan como parte de la actividad; sin embargo, eventualmente se llegan a generar venteos provenientes de los tanques y desfogue de vaporizadores, lo anterior con el objetivo de prevenir sobrepresión en éstos y así mantener las condiciones de seguridad operativa. Tal como se mencionó en el numeral II.2.5.

II.2.10. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos

Por la naturaleza del proyecto este apartado no aplica ya que no se generarán residuos de ningún tipo en ninguna de las etapas del proyecto.

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO

La finalidad de este capítulo es establecer la congruencia del presente proyecto con las pautas que establecen los diferentes instrumentos normativos vigentes que aplican en el área. Lo anterior con la finalidad de definir la viabilidad jurídica y normativa en materia de impacto ambiental.

Para la realización de este capítulo se emplearon fuentes de información de los diferentes instrumentos de planeación en los ámbitos federal, estatal y municipal y que además tienen incidencia en el área del proyecto.

III.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT).

El Ordenamiento Ecológico es el “Instrumento de Política Ambiental cuyo objetivo es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de éstos” (LGEEPA, 1988).

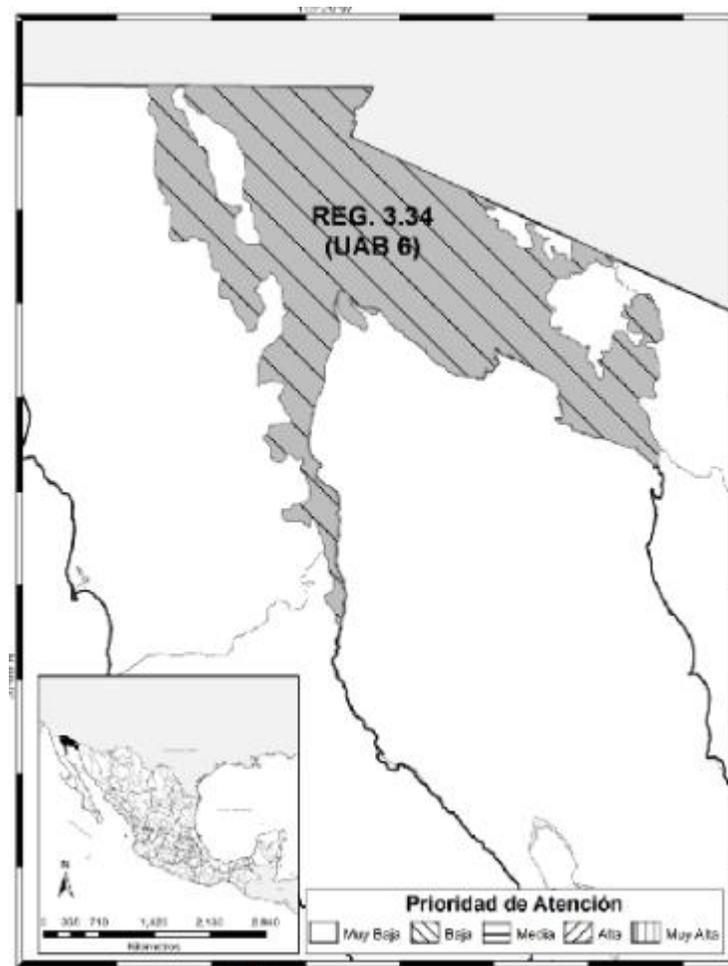
El sitio seleccionado para la realización del proyecto se encuentra ubicado dentro de la REGIÓN ECOLÓGICA: 3.34, a la cual le aplican los lineamientos que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 7. Descripción de la Región Ecológica 3.34 donde se ubicará el presente proyecto.

Unidad Ambiental Biofísica (UAB)	6. Desierto de Altar (Baja California)
Prioridad de atención	Baja
Estado actual del medio ambiente 2008	Estable a Medianamente estable. Conflicto Sectorial Nulo. La mitad encuentra ocupada por ANP's. Baja degradación de los Suelos. Media degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es Baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km ²): Baja. El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación y Areas desprovistas de vegetación. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 7.1. Muy baja marginación social. Muy alto índice medio de educación. Medio índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola altamente tecnificada. Baja importancia de la actividad minera. Media importancia de la actividad ganadera.

Escenario al 2033	Inestable
Política Ambiental	Preservación, Protección y Aprovechamiento Sustentable
Rectores del desarrollo	Turismo
Coadyuvantes del desarrollo	Forestal
Asociados del desarrollo	Preservación de Flora y Fauna
Estrategias sectoriales	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 21, 22, 23, 28, 29, 31, 33, 36, 37, 42, 44

Figura 10. Ubicación del proyecto en la UAB 6 Desierto de Altar (Baja California)



En la siguiente tabla se presentan las estrategias pertenecientes a la Unidad Ambiental Biofísica de Desierto de Altar:

Tabla 8. Estrategias correspondientes a la UAB 6 Desierto de Altar (Baja California).

Estrategias		Vinculación
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio		
A) Preservación	1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.	El proyecto no involucra la conservación <i>in situ</i> de ecosistemas y no afectará a la biodiversidad de la región.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	El presente proyecto no afectará a especies en riesgo debido a que se desarrollará en un área ya impactada.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	No se afectará a la biodiversidad de la región para la implementación del proyecto.
B) Aprovechamiento sustentable.	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	No se utilizarán recursos naturales para el desarrollo del presente proyecto.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No se utilizarán recursos forestales para el desarrollo del presente proyecto.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	Esta estrategia no aplica debido a las características del proyecto.
C) Protección de los recursos naturales.	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	No se afectarán acuíferos o cuencas de agua para el desarrollo del proyecto.
	10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	El presente proyecto no involucra la utilización de agua como insumo principal o materia prima,
	12. Protección de los ecosistemas.	Debido a que el proyecto se encontrará en un área ya impactada no se afectará al ecosistema de la región.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	El presente proyecto no está relacionado con agroquímicos, por lo cual no serán utilizados durante las etapas de desarrollo, operación y mantenimiento del mismo.
D) Restauración	14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Esta estrategia no aplica debido a las características del proyecto.
E) Aprovechamiento	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico	Esta estrategia no aplica debido a las características del proyecto.

Estrategias		Vinculación
sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.	y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	El presente proyecto no está relacionado ni involucra actividades mineras.
	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	El presente proyecto no está relacionado con el sector turístico.
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	El presente proyecto no está relacionado con el sector turístico.
	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista)–beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	El presente proyecto no está relacionado con el sector turístico.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
C) Agua y saneamiento	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	Esta estrategia no aplica debido a que el proyecto no requerirá de consumo de agua para su ejecución, esto debido a que no necesita agua como insumo o materia prima.
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	El presente proyecto no implica el consumo de agua, debido a que no requiere agua como materia prima o insumo.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional.	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	Esta estrategia no aplica debido a las características y objetivos del proyecto.
E) Desarrollo Social.	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	Esta estrategia no aplica debido a que no está relacionada con la naturaleza del proyecto.

Estrategias		Vinculación
	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	Esta estrategia no aplica debido a la naturaleza del proyecto.
	37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas	Esta estrategia no aplica debido a la naturaleza del proyecto.
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	Esta estrategia no aplica debido a la naturaleza del proyecto.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	Esta estrategia no aplica debido a la naturaleza del proyecto.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco Jurídico.	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Debido a que el presente proyecto se desarrollará en un área perteneciente a las instalaciones del cliente, no se afectarán los derechos de las propiedades rurales.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial.	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	Esta estrategia no aplica debido a la naturaleza del proyecto.

De la revisión de la ficha técnica que corresponde a la Unidad Ambiental Biofísica número 6: Desierto de Altar, se concluye que no existen restricciones para el desarrollo del presente proyecto. Asimismo, es necesario resaltar que el área seleccionada para el desarrollo del proyecto se encuentra ubicada en una zona que ha sido previamente impactada y, en la zona no se encuentran especies que puedan considerarse en riesgo y el área no presenta riqueza en biodiversidad animal o vegetal como para ser considerada zona que requiere ser preservada.

III.2. ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA

El estado de Baja California se caracteriza por una fuerte variación espacial de las condiciones climatológicas, fisiográficas y edafológicas que se acompaña de un alto valor paisajístico. La fisiografía accidentada actúa como una barrera natural para la comunicación terrestre y el desarrollo territorial que integre, de manera homogénea, las actividades económicas y sociales, bajo la perspectiva que da el aprovechamiento sostenido de los recursos naturales con el propósito de disminuir los costos ambientales tanto local como regionalmente.

Tabla 9. Descripción de la Unidad de Gestión Ambiental 2 donde se ubica el presente proyecto.

UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL	UGA 2 URBANO
	



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con ERA
Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California.**

Emisión: Junio-2021

Política Ambiental	Aprovechamiento sustentable con consolidación
Uso estratégico y/o actual	Urbano
Usos compatibles	Turismo, suburbano, agrícola
Lineamientos ecológicos y/o metas	
<ul style="list-style-type: none"> • Se aprovecha al máximo el espacio desarrollado y los recursos naturales disponibles con criterios de sustentabilidad y adaptación al cambio climático. • Se crece con apego y vigilancia a los instrumentos de planeación. • Se adoptan criterios de sustentabilidad urbana con base en la LGEEPA, buscando la disminución de la huella ambiental de los asentamientos humanos. • Las zonas urbanas evitan crecer a expensas del territorio agrícola productivo, tampoco sobre áreas expuestas a riesgos naturales ni antropogénicos 	
Criterios de regulación ecológica	U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7, U8, U9, U10
Observaciones particulares:	<p>Superficie de la UGA: 679,658.649 ha.</p> <p>Cobertura vegetal: MATORRAL XEROFILO, AGRICOLA-PECUARIA-FORESTAL, BOSQUE DE CONÍFERAS.</p> <p>Área prioritaria: Región Terrestre Prioritaria: Sierra de Juárez, delta del Colorado, San Thelmo-San Quintín, Santa María el Descanso.</p> <p>UMA: Unidad de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (Conservación, Manejo y Aprovechamiento cinegético).</p> <p>Riesgo: bajo, medio, alto.</p> <p>Conflicto ambiental: medio alto, muy alto.</p> <p>Otros: llanuras, mesetas y lomeríos</p>

A continuación, se presenta la vinculación de los criterios de regulación ecológicas aplicables a la unidad ecológica en la que se ubica el proyecto:

Tabla 10. Criterios de regulación ecológica de la UGA 2 del Ordenamiento Ecológico del estado de Baja California, aplicables al presente proyecto

Criterio de regulación ecológica	Motivación	Vinculación con el proyecto
1. El desarrollo de áreas urbanas se realizará de acuerdo a las leyes y reglamentos vigentes en materia ambiental.	El crecimiento desmedido en áreas urbanas se da en muchas ocasiones sin contar con las autorizaciones correspondientes, por lo que se pretende se realice con apego a la normativa ambiental vigente	El proyecto no estará enfocado en el desarrollo de las áreas urbanas.
2. Para la creación o ampliación de centros de población se requerirá de la presentación de una manifestación de impacto ambiental, que será evaluada por la autoridad estatal competente.	Se pretende que los centros de población tengan una evaluación de impacto ambiental que permita identificar los impactos que se provocarían con la presencia de estos.	El presente proyecto no se enfoca en la ampliación o creación de centros de población.
3. No se autorizarán construcciones en terrenos cuya ubicación, uso o destino corresponda a zonas prohibidas a dichos usos.	Existen muchas edificaciones que se encuentran en zonas prohibidas o restringidas.	El terreno donde se pretende ubicar el presente proyecto no corresponde a una zona prohibida.
4. Las áreas urbanas contarán con zonas de amortiguamiento para evitar el crecimiento urbano hacia zonas agrícolas, ganaderas y forestales altamente productivas, zonas de recarga de acuíferos, áreas protegidas y áreas de importancia ecológica, las cuales se establecerán en los programas de desarrollo urbano de los centros de población. Para estas áreas se propone una distancia mínima de 200 m.	La importancia de las zonas de amortiguamiento radica en que brinda protección, prevención y control de las actividades productivas que se desarrollan en las áreas urbanas.	El proyecto no está enfocado en la creación de zonas urbanas.
5. Se definirá una zona de amortiguamiento entre la línea de costa con referencia al nivel medio del mar, y la línea base para la construcción de infraestructura. Para la	La importancia de las zonas de amortiguamiento radica en que brinda protección,	El presente proyecto no se encuentra ubicado en una zona costera.

Criterio de regulación ecológica	Motivación	Vinculación con el proyecto
determinación de dicha franja se deberá de considerar, además de los criterios establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo Urbano, las características del litoral. Se propone que para las zonas expuestas a riesgo, tales como tsunamis (maremotos), oleaje de tormenta y erosión, la distancia sea de 30 m adicionales a los 20 m de la franja costera de resguardo o hasta la cota de 4 msnm.	prevención y control de eventos naturales.	
6. No se permite la ubicación de zonas habitacionales dentro de las áreas destinadas a uso industrial y en áreas próximas a las mismas o dentro de los conos de dispersión de emisiones contaminantes.	La competencia de los asentamientos humanos por terrenos de vivienda ocasiona en muchas de las ocasiones se instalen en zonas industriales, lo que conlleva a problemas de salud pública.	El proyecto no se trata de la construcción de zonas habitacionales.
7. No se permite la ubicación de industrias en zonas habitacionales o viceversa	La competencia de los asentamientos humanos por terrenos de vivienda ocasiona en muchas de las ocasiones se instalen en zonas industriales, lo que conlleva a problemas de salud pública.	El presente proyecto no se ubicará en zonas habitacionales.
8. En los planes y programas de desarrollo urbano se deberán establecer áreas de preservación ecológica en zonas circunvecinas a los asentamientos humanos y se implementará el uso de senderos interpretativos y zonas específicas para la observación de la flora y fauna.	La importancia de contar con espacios verdes permite a la población concientizarse sobre el medio ambiente y la educación ambiental.	Este lineamiento no aplica a al proyecto debido a su naturaleza.
9. La rectificación de cauces deberá hacerse preferentemente con los métodos de canalización o consolidación de bordos (evitando el entubamiento), para no afectar el microclima.	Las obras de rectificación de cauces deberán realizarse con énfasis a la protección ambiental.	El proyecto no implica la rectificación de ningún cauce.



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con ERA
Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California.**

Emisión: Junio-2021

Criterio de regulación ecológica	Motivación	Vinculación con el proyecto
10. Para la realización de obras que interfieran en los corredores biológicos se requerirá una manifestación de impacto ambiental, la cual será evaluada por la autoridad correspondiente	Con el fin de no afectar los corredores biológicos, las obras que se realicen en ellas deberán contar con la autorización correspondiente	El proyecto no afectará corredores biológicos.

El proyecto es compatible con los criterios de la UGA ya que no se consumirá recursos naturales propios de la zona ni se plantea realizar un cambio de uso de suelo además de que no se contempla el cambio de cauces naturales ni implica la afectación de áreas urbanas. Además, las especies originarias de la región no se ponen en riesgo debido a la magnitud del proyecto ya que este se pretende desarrollar dentro de las instalaciones del cliente y la superficie en comodato ya se encuentra impactada.

III.3. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL MUNICIPIO DE MEXICALI, B.C.

Para la elaboración del Programa de Ordenamiento Ecológico se tuvo como marco de referencia el Plan de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California.

Uno de los problemas ambientales que enfrenta el municipio de Mexicali es la contaminación atmosférica, la cual se atribuye a las emisiones del gran parque vehicular y a las emisiones provenientes de las actividades industriales (calderas industriales) y de las ladrilleras.

Para el Valle de Mexicali el Modelo de Ordenamiento Ecológico aplicable es el que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 11. Modelo de Ordenamiento Ecológico aplicable al Valle de Mexicali.

UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL	POLÍTICA GENERAL	POLÍTICAS PARTICULARES
Valle de Mexicali	Aprovechamiento con impulso	-Aprovechamiento con regulación. -Aprovechamiento con consolidación.

Los lineamientos aplicables para la Unidad de Gestión Ambiental son los que se muestran a continuación:

Tabla 12. Lineamientos aplicables al Valle de Mexicali.

LINEAMIENTOS	VINCULACIÓN
Vigilar que toda actividad económica cuente con los permisos en materia ambiental de las autoridades competentes.	El presente proyecto cumple con este lineamiento al presentar para su evaluación la presente Manifestación de Impacto Ambiental.
Instalar las industrias con las características y las distancias a los centros de población tales que los impactos ambientales y riesgo que producen puedan ser mitigados.	Con las medidas de mitigación propuestas más adelante pretenden mitigar y prevenir los impactos que puedan derivarse de la implementación del proyecto.
Buscar combustibles alternativos que permitan disminuir la contaminación provocada por la actividad ladrillera.	La finalidad del Proyecto consiste en la instalación de una terminal remota de Gas Natural, el cual es un combustible que genera emisiones menos contaminantes en comparación con otros.
Vigilar que toda actividad industrial cuente con un plan de contingencia ambiental.	El presente proyecto cumplirá con las obligaciones que deriven de los permisos y autorizaciones que obtenga para la operación del mismo.
Aprovechar los recursos naturales mediante programas de manejo específicos de conformidad con los lineamientos de la autoridad federal correspondiente.	El presente proyecto no requerirá de la utilización de recursos naturales.
Promover alciantes a los agricultores a mantener las tierras bajo cultivo cuando no estén en uso para evitar la erosión del suelo y la contaminación del aire.	El presente proyecto no está vinculado a actividades de agricultura ya que consiste en la instalación y operación de una Terminal Remota para el suministro de Gas Natural.
Aplicar programas de reforestación en los cuales se deberán utilizar vegetación adecuada para las características de la zona.	El presente proyecto no está vinculado con actividades de reforestación.
Restringir el desarrollo de actividades en lugares donde exista peligro de afectar los cuerpos de agua subterráneos.	El proyecto no se encuentra ubicado cerca de la presencia de cuerpos de agua subterráneos.
Desarrollar programas de difusión y educación ambiental para el manejo adecuado de los recursos.	El presente proyecto no requerirá de la utilización de recursos.
Limitar las descargas o infiltraciones de aguas residuales en los suelos. Para llevar a cabo estas actividades deberá contar con el permiso de la Autoridad correspondiente.	De la operación del presente proyecto no se derivarán aguas residuales.

LINEAMIENTOS	VINCULACIÓN
Apoyar programas para la reutilización de aguas tratadas para el riego de parques y jardines.	De la operación del presente proyecto no se derivarán aguas residuales ya que no requiere agua como insumo.
Restringir las actividades productivas en las que se favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características naturales del suelo.	El proyecto no está relacionado con la modificación de las características naturales del suelo.
Permitir la quema vegetal para zonas agrícolas y pecuarias bajo los lineamientos que dicten las autoridades correspondientes.	El proyecto no implica llevar a cabo actividades agrícolas.
Evitar abrir sitios de extracción de materiales pétreos si estos no cuentan con un estudio de vocación e impacto ambiental.	El proyecto no está relacionado con la extracción de materiales pétreos.
Mejorar el manejo y disposición adecuado a las excretas en los establecimientos de producción ganadera, de tal manera que se minimicen olores y se evite contaminar el suelo y los mantos freáticos.	El proyecto no está relacionado con la producción ganadera, ya que se trata de la instalación y operación de una terminal remota para el suministro de gas natural.
Utilizar la flora nativa de la zona específica, a fin de proteger e impulsar el desarrollo de los ecosistemas naturales.	El proyecto no implica la utilización de flora nativa de la zona.

De la vinculación del presente proyecto con el Programa de Ordenamiento Ecológico del municipio de Mexicali, B.C. se puede concluir que la implementación del Proyecto no interfiere con los lineamientos establecidos en el Programa ya que para su implementación y desarrollo no se llevará a cabo la extracción de materiales pétreos, además de que no se llevará a cabo la quema de vegetación para su implementación. El presente proyecto además se alinea con el Programa ya que la utilización de Gas Natural como combustible en comparación con otros combustibles genera menor impacto debido a las emisiones atmosféricas, además, para la implementación del proyecto el promovente presenta la Manifestación de Impacto Ambiental.

III.4. PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO DEL MUNICIPIO DE MEXICALI, B.C. 2020-2021.

El Objetivo ambiental del Plan Municipal de Desarrollo del Municipio de Mexicali está enfocado en contribuir a tener un medio ambiente sano con enfoque de sostenibilidad, que impulse la capacidad de adaptación y mitigación del cambio climático mediante la implementación de los instrumentos de planeación del territorio y programas de preservación ambiental.

La estrategia 1.2 Calidad del aire indica que se debe de contribuir a la adaptación y mitigación del cambio climático mediante programas y acciones que permitan mejorar la calidad del aire. Lo anterior mediante el monitoreo de la calidad del aire, así como de la consolidación de políticas públicas en materia de conservación, protección y restauración de los recursos naturales.

El presente proyecto se encuentra vinculado de manera especial a esta estrategia puesto que la utilización de gas natural en procesos productivos permite eficientizar los procesos además de que la utilización de gas natural como combustible fomenta la mitigación del cambio climático.

III.5. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA)

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) es reglamentaria de las disposiciones constitucionales en lo relativo a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección del ambiente en el territorio nacional y en las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable.

El presente proyecto se someterá al procedimiento de evaluación del impacto ambiental de acuerdo con el artículo 28 de esa Ley, debido a que se trata de una planta de distribución y regasificación de gas natural licuado (GNL) e implica actividades altamente riesgosas. Dicho artículo establece lo siguiente:

“La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;”

Asimismo, en el artículo 30 se establece que:

“Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con ERA
Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California.**

Emisión: Junio-2021

ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente”.

En cumplimiento a dicha disposición, mi representada somete a evaluación la presente Manifestación de Impacto Ambiental con Estudio de Riesgo.

III.5.1. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto ambiental

Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto, se requerirá previamente de la autorización de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) en materia de impacto ambiental, conforme a lo establecido en el artículo 5° de este Reglamento, inciso D) Actividades del sector hidrocarburos, fracción VII. Construcción y operación de instalaciones para el procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como de instalaciones para el transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de gas natural.

En cumplimiento a lo dispuesto en el artículo antes mencionado, mi representada que pretende realizar actividades de guarda y regasificación de gas natural licuado, somete a su evaluación la presente manifestación de impacto ambiental con actividades altamente riesgosas, ante esa Agencia, para ser evaluadas para su realización.

III.6. NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM)

Las Normas Oficiales Mexicanas que regulan las actividades del proyecto se describen en la tabla 13, donde se muestra la vinculación de las normas que se encuentran relacionadas con la instalación, operación y mantenimiento del presente proyecto.

Tabla 13. Normas Oficiales Mexicanas vinculadas al proyecto.

Norma	Criterio	Vinculación
NOM-001- SECRE - 2010	Tiene como finalidad establecer las especificaciones que debe cumplir el gas natural que se maneje en los sistemas de transporte, almacenamiento y distribución de gas natural, para preservar la seguridad de las personas, medio ambiente e instalaciones de los permisionarios y de los usuarios	La promovente se compromete a cumplir con la normatividad vigente en la materia, mediante la verificación de las especificaciones técnicas con que debe cumplir del GNL durante el proceso de distribución de este.

Norma	Criterio	Vinculación
NOM-013-SECRE-2012	Establece los requisitos mínimos de seguridad relativos al diseño, construcción, operación y mantenimiento de las terminales de almacenamiento de Gas Natural Licuado (GNL) que incluyen sistemas, equipos e instalaciones de recepción, conducción, vaporización y entrega de gas natural.	La promovente se compromete a dar cumplimiento a la normatividad señalada llevando a cabo la inspección, verificación y mantenimiento continuo de las instalaciones durante la etapa de instalación y de operación, conforme a los numerales aplicables de la sección 119 de esta norma. No se omite mencionar que si bien, se dará cumplimiento a los apartados que son aplicables al tipo de Proyecto que se pretende ejecutar, la norma, en su objetivo y campo de aplicación, no es aplicable al Proyecto.
NOM-001-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Esta norma no es vinculante con el proyecto, toda vez que el proceso no requiere del uso de agua ni la descarga de este a ningún cuerpo de agua receptor.
NOM-041-SEMARNAT-2006.	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	La empresa se compromete a verificar que el prestador de servicios cumpla con la normatividad vigente en la materia mediante la verificación y mantenimiento continuo a los vehículos utilizados para el transporte de los isocontenedores, con el objeto de cumplir con los límites establecidos en las emisiones de gases al ambiente.
NOM-044-SEMARNAT-2017	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.	La empresa se compromete a verificar que el prestador de servicios brinde mantenimiento continuo a los vehículos empleados, así como el cumplimiento de la verificación de emisiones que resulte aplicable.



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con ERA
Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California.**

Emisión: Junio-2021

Norma	Criterio	Vinculación
NOM-045-SEMARNAT-2017	Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	La empresa se compromete en verificar que el prestador de servicios brinde mantenimiento continuo a los vehículos empleados, así como el cumplimiento de la verificación de emisiones que resulte aplicable.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Esta norma no es vinculante con el proyecto, toda vez que no se generarán residuos peligrosos durante toda la vida útil del proyecto.
NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	El promovente se compromete a dar atención prioritaria a la protección de especies nativas, en caso de que esto sea posible, ya que el sitio se encuentra impactado por las actividades del cliente.
NOM-080-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Énestas, S.A. de C.V. se compromete a verificar que el prestador de servicios de cumplimiento a los lineamientos establecidos en la presente norma, con la finalidad de regular los límites permisibles en materia de emisión del ruido producido por los vehículos automotores utilizados para el transporte de los isocontenedores.
NOM-004-STPS-1999	Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.	Mi representada se compromete a cumplir con las especificaciones referentes a la realización de programas de seguridad durante la operación y mantenimiento de los equipos, asimismo con los elementos de protección o dispositivos de seguridad en la Terminal Remota.
NOM-005-STPS-1998	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.	Mi representada se compromete a acatar los requisitos de seguridad e higiene durante el manejo, transporte y guarda del GNL, así como presentar las señalizaciones y avisos correspondientes en el área operativa.



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con ERA
Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California.**

Emisión: Junio-2021

El proyecto contempla el cumplimiento de todas las Normas Oficiales Mexicanas referidas con anterioridad, relativas a la instalación, operación, mantenimiento y seguridad de las instalaciones de aprovechamiento de gas natural y emisiones a la atmósfera.

Por otra parte, cabe mencionar que, de acuerdo con el Análisis obtenido en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el sitio donde se pretende desarrollar el proyecto no presenta influencia con cuerpos de agua ni Áreas Naturales Protegidas de carácter federal, estatal o municipal; así como tampoco forma parte de Regiones Hidrológicas Prioritarias, Regiones Marinas Prioritarias, Regiones Terrestres Prioritarias, áreas de importancia para la conservación de aves y sitios Ramsar.



IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL

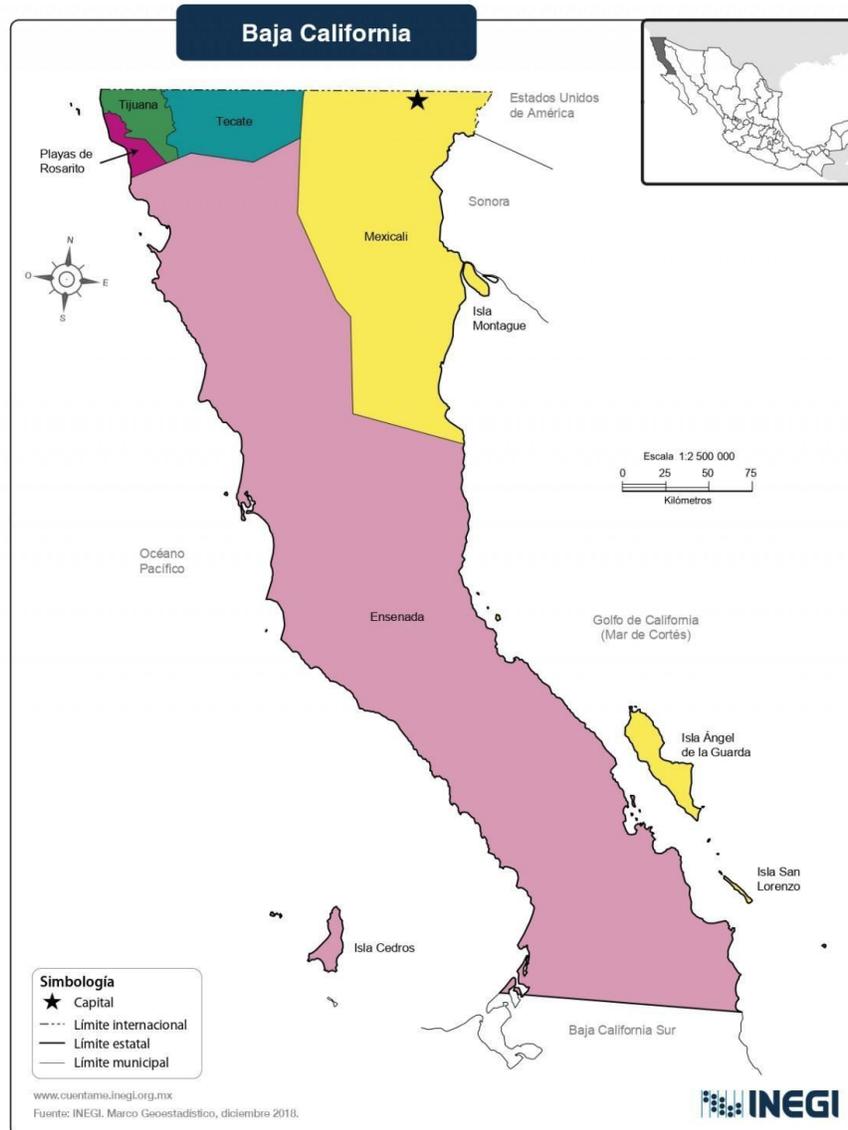
Las características ambientales que se presentan a continuación corresponden a la zona del municipio de Mexicali en el estado de Baja California, la información descrita en el presente es con base a las visitas realizadas en el sitio donde se pretende instalar el proyecto, así como de la revisión de información bibliográfica de documentos técnicos y científicos.

IV.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El proyecto se ubicará dentro del municipio de Mexicali en el estado de Baja California, como se mencionó anteriormente por lo que se tomará en cuenta los datos del municipio lo que permitirá cubrir los aspectos naturales y socioeconómicos.

El municipio de Mexicali se localiza en la porción noroeste del estado de Baja California, entre las coordenadas 30° 51' y 32° 44' de latitud norte y las coordenadas 114° 43' y 115° 41' de longitud oeste; colindando al norte con el estado de California (E.U.A.), al noreste con los estados de Arizona (E.U.A.) y Sonora; al este con el Golfo de California; al sur con el municipio de Ensenada y al oeste con los municipios de Tecate y Ensenada, Baja California. El municipio de Mexicali representa aproximadamente 20% de la superficie del estado de Baja California con una superficie aproximada de 13,000 km², en donde se distribuyen, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda de INEGI (2010), 1650 localidades -en su mayoría (98.8%) rurales- tres de ellas son localidades urbanas: La ciudad de Mexicali, capital del estado de Baja California, colindando con el estado de California; el poblado Guadalupe Victoria en el valle de Mexicali y San Felipe en la parte sureste del territorio como puerto de cabotaje.

Figura 11. Ubicación del municipio de Mexicali en el estado de Baja California.



IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

Es de gran importancia conocer los elementos físicos y biológicos que conforman al área donde se pretende implementar el presente proyecto, esto con la finalidad de determinar que no se pongan en riesgo dichos elementos, siendo necesario tener en consideración las características edafológicas,

climatológicas, geológicas, hidrológicas, flora y fauna silvestre del lugar, para así poder determinar los daños que puedan incidir de cierta forma en los factores físicos para su deterioro ambiental.

En el caso de la caracterización del medio físico, social, económico y cultural, así como los diferentes usos de suelo que existen en el lugar, se realizó una descripción precisa de los distintos elementos basados en una revisión bibliográfica, documentos oficiales publicados, así como la información que se originó de las visitas de campo a la zona de estudio.

Los alrededores donde se pretende ubicar el proyecto se realizan actividades antropogénicas de carácter ganadero, por lo que se tiene escasa vegetación y fauna nativa dentro de la zona y alrededores del proyecto a instalar.

IV.2.1. Aspectos abióticos

A. Clima

A.1 Temperatura y precipitación

En el municipio de Mexicali predominan los climas de tipo muy secos, son climas extremos, con temperaturas máximas, principalmente durante los meses de julio y agosto donde la evaporación excede en gran medida a la precipitación. Este tipo de clima se subdivide en dos subtipos el semicálido y el templado. A continuación, se detallan los principales subtipos que caracterizan al municipio.

Muy seco muy cálido y cálido (lluvia de verano): Las lluvias en estos climas son en verano, aunque también se presentan en invierno mínimamente. La precipitación total anual se encuentra alrededor de 40 a 60 mm. Septiembre es el mes en el que se registra mayor precipitación, mientras que los meses más secos son mayo y junio. Las temperaturas medias más altas se presentan en julio y agosto apenas menores a 32 °C y la mínima mensual se presenta en enero y oscila entre 11 y 14 °C.

Muy seco semicálido (lluvias de invierno): Este tipo de clima se distribuye a lo largo de la parte este del municipio de Mexicali. Es el más cálido de los climas muy secos, con lluvia invernal en la entidad. El mes de mayor precipitación es diciembre con un promedio mensual de 25 a 30 mm, siendo los meses más secos mayo, junio y julio, con promedio de precipitaciones en orden de décimas de milímetro. En cuanto a las temperaturas, registra una temperatura media anual entre los 18 y 22 °C, las medias mensuales más elevadas se presentan en los meses de julio y agosto, superiores a los 25 °C, mientras que el mes más frío es enero, con una media mensual apenas mayor a los 13 °C.

Muy Seco Templado (lluvia en invierno): Estos climas se distribuyen en la porción oriental de la sierra de Juárez y noreste de la sierra de San Pedro Mártir, donde las elevaciones sobre el nivel del mar oscilan

entre 600 y 1300 m, en las porciones de mayor elevación de las sierras que bordean al Golfo de California. La temperatura en las porciones montañosas y las mesetas son más extremas, en los meses de julio y agosto se tienen la máxima media mensual de 25 a 26 °C y la mínima de 6 a 7 °C en enero. La precipitación más alta se da en los meses de diciembre y enero, con medias de 15 a 20 mm en zonas de mayor elevación. Las mínimas se registran en los meses de mayo, junio y julio con medias menores a 1 mm.

La temperatura media anual en la zona del proyecto es de 23°C.

Figura 12. Temperatura promedio registrada en el municipio de Mexicali, Baja California en los años de 1981 a 2010 (Fuente: CONAGUA).

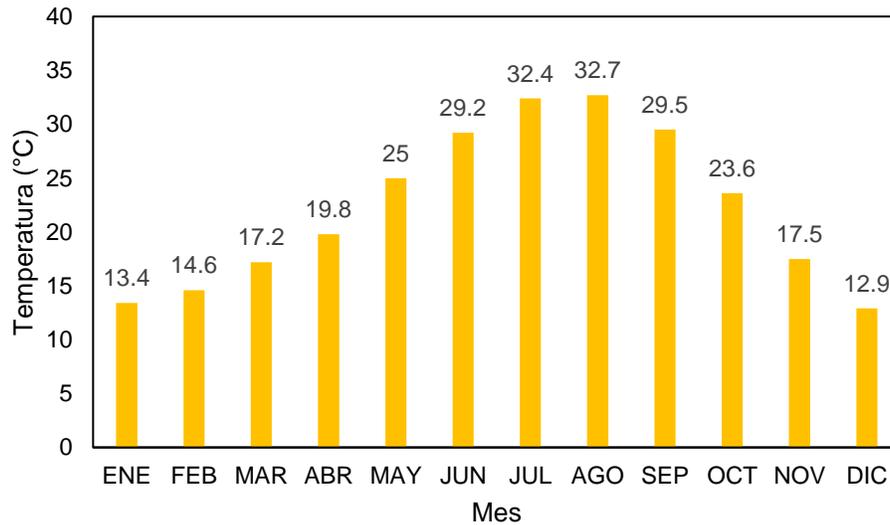
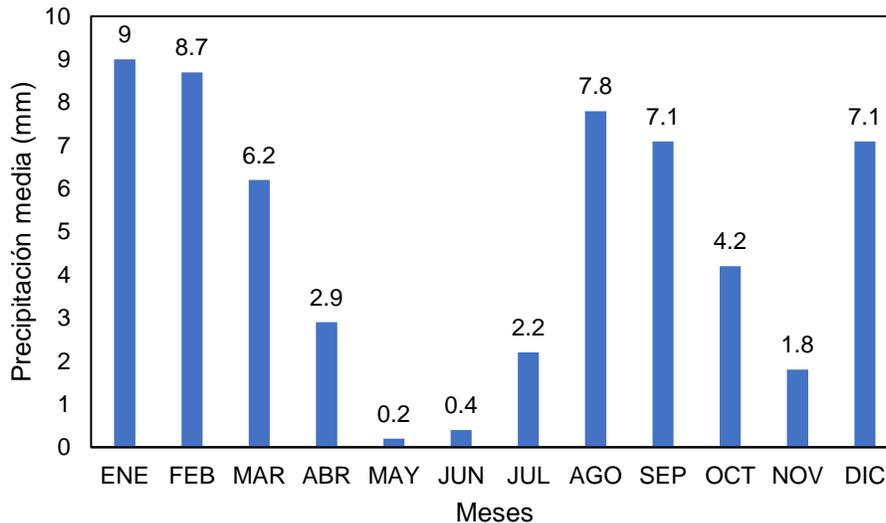


Figura 13. Datos de precipitación normal registrados en el municipio de Mexicali, Baja California en los años de 1981 a 2010.



A.2. Viento

La velocidad promedio del viento por hora en Mexicali tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 3.5 meses, del 14 de marzo al 29 de junio, con velocidades promedio del viento de más de 12.0 kilómetros por hora. El día más ventoso del año es el 4 de mayo, con una velocidad promedio del viento de 14.0 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 8.5 meses, del 29 de junio al 14 de marzo. El día más calmado del año es el 11 de enero, con una velocidad promedio del viento de 10.0 kilómetros por hora.

A.3. Humedad

En Mexicali la humedad percibida varía considerablemente.

El período más húmedo del año dura 3.0 meses, del 27 de junio al 25 de septiembre, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 10 % del tiempo. El día más húmedo del año es el 12 de agosto, con humedad el 42 % del tiempo. El día menos húmedo del año es el 19 de marzo cuando básicamente no hay condiciones húmedas.

B. Geología y Geomorfología

De acuerdo con la información de Lira (2005), el valle de Mexicali se encuentra ubicado en una cuenca tectónica con una profundidad aproximada de 5200 metros. Esta cuenca es originada por el escalonamiento en dirección noreste de las fallas Cucapá, Cerro Prieto y Michoacán junto con la falla imperial del lado oriental, es decir, se origina por el desplazamiento de las fallas que rodean el valle de Mexicali.

La capa superficial de la cuenca está compuesta de sedimentos aluviales y deltaicos de edad reciente - plio-cuaternarios- que fueron aportados principalmente por el Río Colorado. Estos sedimentos están compuestos por conglomerados y depósitos no consolidados de arena, grava, arcilla, limo y cantos rodados que en conjunto alcanzan un espesor de 2500 metros.

También afloran en la superficie otro tipo de rocas de diferentes edades y que en orden de mayor a menor edad son: rocas prebatolíticas, rocas batolíticas y rocas posbatolíticas.

Las rocas prebatolíticas, se localizan al oeste del Campo Geotérmico Cerro Prieto (CGCP). Son metasedimentos, los más antiguos de la región de edades Pérmico-Jurásico compuestas por gneis cuarzofeldespáticos, esquistos de cuarzo-mica, mármoles, anfibolitas y cuarcitas.

Las rocas batolíticas, son rocas intrusivas que forman parte del Batolito Peninsular que es la estructura principal de toda la península de Baja California, y están representadas por tonalitas del Jurásico-Cretácico (Jkt), que se encuentran intrusionando a las rocas metamórficas paleozoicas, además de granitos y granodioritas del Cretácico Inferior (Kgd), los cuales afloran en su mayor parte en la Sierra Cucapá.

Las rocas post-batolíticas, están representadas por dacitas y andesitas miocénicas localizadas en la porción norte de la Sierra Cucapá. Se presentan en forma de domos riodacíticos forman la estructura volcánica de Cerro Prieto, la cual consta de dos centros eruptivos que se superponen. Ambos domos están asociados a flujos e intrusiones riodacíticas con una edad de 110 mil a 10 mil años.

Presencia de fallas y fracturamientos:

En el área donde se pretende ubicar el presente proyecto no se han encontrado fallas o fracturamientos en el suelo.

Susceptibilidad:

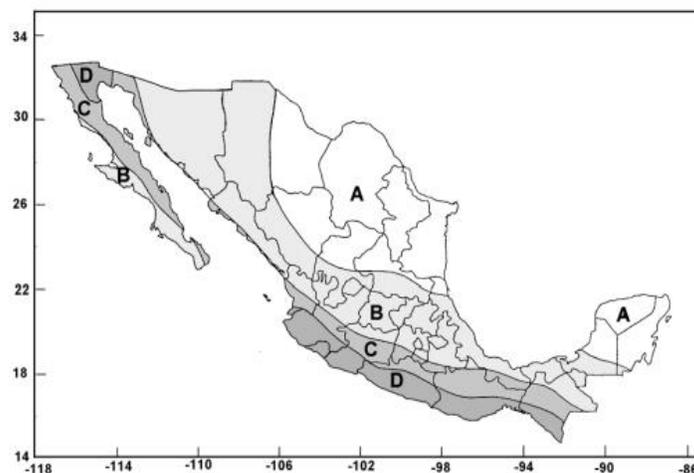
Sismicidad:

De acuerdo con la regionalización sísmica de México elaborada por la Comisión Federal de Electricidad y Cenapred, el municipio de Mexicali se sitúa en una región con categoría D. En las zonas con esta categoría han ocurrido con frecuencia grandes temblores (sismos mayores a 7) y las aceleraciones del terreno pueden ser superiores al 70% de gravedad por ello se consideran zonas de muy alto peligro sísmico.

La alta actividad sísmica en Mexicali, se debe principalmente a las fallas activas localizadas en la región, generadas por el desplazamiento de la placa tectónica del Pacífico con respecto a la de Norteamérica. En la Zona Sísmica de Mexicali (ZSM), localizada entre las dos principales fallas transformes Cerro Prieto e Imperial, se producen enjambres de sismos de baja intensidad, mientras que los sismos de gran intensidad (de magnitud $M \geq 6$), se producen a lo largo de las trazas de estas dos fallas.

El municipio de Mexicali, desde el punto de vista sísmico, forma parte de una región mayormente microsísmica, aunque también se manifiestan secuencias de sismos precursores, con un evento principal y réplicas o bien, en forma de enjambre.

Figura 14. Regionalización sísmica de México. Fuente: Cenapred.



Deslizamientos:

De acuerdo con la zonificación de laderas inestables de Cenapred el municipio de Mexicali se encuentra en una zona con potencial para la ocurrencia de colapsos, esto ocurre a lo largo de las formaciones serranas de la península y, en particular, por la presencia de las sierras de Juárez, Las Tinajas, Cucapá, El Mayor, La Pintas, San Felipe, San Pedro Mártir y Abandonada, en el municipio.



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con ERA Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California.

Emisión: Junio-2021

Para que un talud se considere inestable debe estar formado con material frágil, es decir, de baja resistencia a la movilidad y encontrarse depositado en pendientes pronunciadas que originen o faciliten su desplazamiento o desprendimiento (flujo, deslizamiento o derrumbe).

En el Municipio de Mexicali las formaciones geológicas frágiles son aquellas unidades de materiales poco consolidados, entre ellas se encuentran las unidades sedimentarias de conglomerados y areniscas, y los suelos, cuyo proceso de formación las convierte en estructuras de baja cohesión y por ello presentan poca resistencia a la movilidad y dispersión por acción de la gravedad o de una fuerza específica.

Específicamente, en el área en comodato donde se implementará el proyecto, no existen registros de deslizamientos de taludes. Asimismo, no se registra fragilidad en el terreno.

Actividad volcánica:

En el municipio de Mexicali, aproximadamente a 20 kilómetros al sur de la ciudad de Mexicali se localiza el volcán Cerro Prieto, el cual tiene una altura de 260 msnm. Sólo se tiene información acerca del registro de un fuerte evento sísmico asociado al volcán, pero ninguno sobre erupción, debido a ello se encuentra clasificado en la categoría 6 de Cenapred denominada “volcanes con información insuficiente”.

El volcán Cerro Prieto es considerado de tipo monogenético, es decir, que sólo erupciona una sola vez, a través de una fisura o boca construyendo un pequeño edificio en forma de “domo”. Los volcanes tipo domo están formados por masas de lava relativamente pequeñas. Esta lava es demasiado viscosa para fluir a grandes distancias, por lo que se apila sobre y alrededor de su centro emisor.

De acuerdo con Cenapred es muy improbable que este tipo de volcanes representen un nivel significativo de peligro, pero deben ser estudiados para poder contar con los elementos mínimos para su evaluación definitiva, la cual sólo podrá realizarse cuando exista evidencia geológica que defina las probabilidades de erupción de éste. Es importante mencionar que el volcán Cerro Prieto forma parte de un yacimiento geotérmico 22 que actualmente es utilizado para generar energía eléctrica.

C. Suelos

El suelo con mayor distribución en el municipio es el litosol (23.54%) ubicado en las formaciones serranas. En segundo lugar, se encuentra el regosol (22.67%) el cual se distribuye en la zona de bajada con lomerío y en el valle de Mexicali. El vertisol se distribuye en la porción poniente del valle y abarca 7.89% de la superficie municipal. El solonchak cubre 15.89% del municipio y se distribuye en las



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con ERA Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California.

Emisión: Junio-2021

depresiones topográficas alrededor de la laguna Salada y en el sureste en las proximidades al Golfo de California.

Los litosoles son suelos poco desarrollados tienen poco espesor (menor de 10 centímetros) debido a su distribución sobre roca dura e incluso en varios lugares son parte de la roca misma, presentan una estructura muy débil y una textura media, arenosa y gravosa, por lo tanto, su permeabilidad fluctúa de alta a muy alta.

Los regosoles son suelos poco profundos (menos de 50 centímetros), se localizan sobre las zonas de montaña y están limitados por roca (fase lítica); el resto son suelos profundos (mayor de 1 metro) sobre los terrenos planos, algunos presentan altas concentraciones de sales de sodio (fase sódica) como sucede en las proximidades del Río Colorado. Son característicos de la roca origen, sin desarrollo de textura arenosa o gravosa y de muy alta permeabilidad.

Los suelos solonchack son producto de altas temperaturas, aguas salobres y depósitos aluviales finos y gruesos. Por lo tanto, su característica más relevante es la alta concentración de sales. Son suelos profundos, sin embargo, sobre el delta del Río Colorado son de baja permeabilidad, debido a su estructura fuerte y textura fina, presentan además altas concentraciones de tipo de sal de sodio (fase sódica).

Los vertisoles, son formados a partir de depósitos superficiales de textura fina, en clima árido y semiárido, con vegetación de gramíneas altas o de bosque espinoso, en zonas planas o de pendientes suaves y poca altura. Este suelo presenta grietas en tiempos secos y se expanden con la humedad.

Hidrología

En el municipio de Mexicali convergen dos regiones hidrológicas, la región hidrológica número 4 o Baja California Noreste y la región hidrológica 7 o Río Colorado. Cada una de estas regiones se encuentra integrada por una serie de cuencas y subcuencas, como se describe en los siguientes párrafos.

De la región hidrológica 7, la cuenca del Río Colorado abarca la porción noreste del municipio, cuenta con una superficie de 5,052.625 km². El rasgo hidrológico más importante de esta cuenca es el Río Colorado, el cual nace en los Estados Unidos recorre 185 km en territorio mexicano y desemboca en el Golfo de California, sirviendo como límite internacional entre México y Estados Unidos, y como límite territorial entre los estados de Sonora y Baja California.

El Río Colorado es la principal corriente de la entidad y representa tanto para el valle como para el resto del estado de Baja California la principal fuente del recurso agua con una aportación anual de 1,850.234 millones de m³. Las obras hidráulicas de mayor importancia que permiten aprovechamiento de este cuerpo de agua son la presa derivadora José Ma. Morelos y una numerosa red de canales constituida



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con ERA Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California.

Emisión: Junio-2021

por 470 km de canales principales, 2,432 km de canales secundarios y 1,662 km de drenes destinados principalmente para el uso agrícola.

Por su parte, la región hidrológica 4 o Baja California Noreste (Laguna Salada), abarca gran parte de la superficie municipal. Está conformada por las cuencas Arroyo Agua Dulce-Santa Clara y Laguna Salada-Arroyo del Diablo, sus aguas son vertidas al Golfo de California y a la Laguna Salada.

La cuenca Arroyo Agua Dulce-Santa Clara, se localiza en la parte sur del municipio, con una superficie de 7,862.186 km². El arroyo Taraiso representa uno de los escurrimientos más importantes de esta cuenca, nace entre los límites de las sierras de Juárez y San Pedro Mártir, en su trayectoria recorre 40.25 km hasta verter sus aguas en la depresión La Salada en el valle de Santa clara, posteriormente atraviesa Valle Chico y se le suman otros afluentes hasta desembocar en el Golfo de California. El escurrimiento medio anual de esta zona se ha calculado en 39.529 millones de m³.

La cuenca Laguna Salada-Arroyo del Diablo se localiza en la porción noroeste del municipio, con una superficie de 7,481.55 km² se considera una cuenca cerrada donde el drenaje es deficiente y origina la formación de lagunas y médanos, sin que el escurrimiento logre desembocar en el Golfo de California. Lo anterior debido a que presenta lejanía con respecto a la costa y escasez de agua en los cauces. El drenaje más distintivo está formado por el arroyo Grande que nace en el cerro La Noche y finaliza su recorrido en la Laguna Salada, fluyendo luego hacia el norte. El agua superficial se ha calculado en 40.902 millones de m³ anuales.

Hidrología subterránea

En lo que respecta a las aguas subterráneas, el acuífero del valle de Mexicali es el de mayor capacidad del estado de Baja California y el más importante por su volumen de explotación. Es un acuífero de tipo libre, presenta una recarga media anual de 700 millones de m³; recibiendo aportaciones subterráneas del canal Todo Americano, localizado al sureste del valle Imperial en California; recargas subterráneas del Valle de Yuma, Arizona, ambos en los Estados Unidos.

El acuífero presenta un nivel de extracción de 719 millones de m³, lo que crea un déficit o sobreexplotación de 19 millones de m³. Esta operación se realiza mediante un total de 1081 pozos de los cuales 192 (17.8%) se destinan al uso agrícola, 80 (7.4%) para abastecimiento de agua potable a los centros de población, 685 más (63.3%) para cubrir las necesidades del uso doméstico-abrevadero y los 124 pozos restantes (11.5%) son utilizados por el sector industrial. Los pozos utilizados por el sector industrial corresponden a los que se localizan en el campo geotérmico Cerro Prieto y debido a que explotan niveles profundos en rocas fracturadas se considera que pertenecen a otra unidad acuífera.

IV.2.2. Aspectos bióticos

Para la integración de la flora y la fauna, se consultó información especializada (bases de datos, artículos, informes técnicos y sitios web de instituciones gubernamentales), además de visitas al lugar de trabajo.

A. Vegetación terrestre

La flora es la común de zonas semidesérticas, la cual trae como consecuencia la presencia de especies silvestres típicamente xerofitas. A lo largo de las costas del Golfo de California se pueden apreciar las especies de: chamizos, yerba resina, rosal, alfombrilla, pepinillo, etcétera. La agrupación matorral esclerófilo se encuentra representada por: *vara prieta*, *chamizo colorado*, *brasillo*, *salvia*, *encinillo*, *hierba de oro* y *gramíneas*. De las agrupaciones denominadas bosque ecuamifolioloso tiene: *guata*, *mezquitillo*, *valeria*, *canutillo*, *jojoba*, *mexcalito*, *zacate* y *sitarión*. En la agrupación bosque aciculifolio se tiene *pino Jeffrey*, *pino ponderosa*, *pino sugar*, *cedro* y *madroño*.

La vegetación típica es de raíces extensamente ramificadas, de escasa talla, algunas espinosas de hojas pequeñas y a veces pubescentes, otras bastantes cutinizadas y algunas más con el tallo protegido por una capa serosa impermeable, todas dispersas y ampliamente esparcidas.

Tabla 14. Tipo de vegetación terrestre ubicada en el municipio de Mexicali.

Nombre común	Nombre científico
Quelite	<i>Amaranthus bypocondriacos</i>
Chove	<i>Opuntia fulgida</i>
Cachanilla	<i>Plucea serícea</i>
Mirasol amarillo	<i>Helianthus rigidus</i>
Pino Salado	<i>Casuarina sp</i>
Mostaza	<i>Brasica campestris</i>
Girasol	<i>Helianthus annus</i>
Tule	<i>Typha latifolia</i>
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>
Abrojo o Branderilla	<i>Cenchrus echinatus</i>
Avena silvestre	<i>Avenua fatua</i>
Alpiste	<i>Palarus minor</i>
Cola de Zorra	<i>Polypogon monspelian</i>
Gamma	<i>Cynodon dactylon</i>
Zacate Johnson	<i>Sorghum halepense</i>
Zacate Pinto	<i>Echinochloa coloum</i>

Nombre común	Nombre científico
Fiebre o Sesbania	<i>Sesban sororoe</i>
Mezquite	<i>Prosopis juliflora</i>
Palo Fierro	<i>Prosopis palmeri</i>
Palo Verde	<i>Cercidium sp</i>
Tornillo	<i>Prosopis pubescens</i>
Chamizo Cenizo	<i>Atriplex hastata</i>
Alamo	<i>Populus fremontii</i>
Pinillo Salado	<i>Tamarix pentandra</i>
Gobernadora	<i>Larrea tridentata</i>

A.1. Vegetación en el sitio del proyecto

En el área en comodato donde se pretende realizar la instalación del proyecto no se presenta el tipo de vegetación que se describe en el municipio pues, hoy en día el área destinada al proyecto es industrializada debido a que se encuentra dentro del predio del cliente.

B. Fauna

La fauna del municipio de Mexicali se encuentra representada por una variedad de especies adaptadas a diferentes ecosistemas, tales como grandes zonas marinas, desérticas y bosques. En las marinas se tienen totoaba, arepa, angelito, lisa, bagre, bocón, carpa, mojarra, curvina, lenguado, pulpo, tiburón y pez sierra, entre otros.

En las desérticas existen especies de: lagartija, iguana, culebra y víbora de cascabel. Y, en las zonas de bosques se encuentran diferentes especies de aves: faisán, codorniz, paloma huilota, pato golondrino, cercetas, correcominos, búho, gaviota y pelícano; mamíferos: murciélago, liebre, conejo, ardilla, coyote, zorra, mapache, tejón, zorrillo, venado y borrego cimarrón. En la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, vive en su ambiente natural la vaquita marina, uno de los cetáceos más pequeños y amenazados del mundo y única especie endémica de mamífero marino en México.

B.1. Fauna en el área del proyecto

Debido a que el proyecto se ubicará dentro de un predio ya impactado previamente, no existe la presencia de fauna en dicho predio. En el área en comodato, correspondiente a una superficie de 500 m² no se ha registrado la presencia de fauna silvestre.



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con ERA Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California.

Emisión: Junio-2021

IV.2.3. Paisaje

La inclusión del paisaje en un estudio de impacto ambiental se sustenta en dos aspectos fundamentales: el concepto «paisaje» como elemento aglutinador de toda una serie de características del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene el paisaje de los efectos derivados del establecimiento del proyecto.

Visibilidad: dada la escasa vegetación arbórea el área presenta una visibilidad del 100%, esto es que, desde cualquier límite, se puede observar completamente el área.

Calidad paisajística: en cuanto a las características intrínsecas del sitio se puede determinar que la calidad paisajística es baja.

Fragilidad: la fragilidad de este tipo de áreas es considerada como alta, ya que es altamente influenciada por efectos nocivos ocasionados por contaminación y desechos sólidos provenientes de industrias.

Es importante señalar que, debido a las características físicas y biológicas que existen en el área no se cuenta con una gran diversidad de flora, esto debido a que es una zona donde actualmente el cliente desarrolla sus actividades, por lo cual se registra que el paisaje ya ha sido impactado previamente.

Con base en lo anterior, se determinó que no existen componentes claves, relevantes o críticos en el área donde se pretende instalar la Terminal Remota de Suministro de Gas Natural, para que el funcionamiento del sistema en general sufra alteraciones, modificaciones o cambios mayores de los que actualmente se presentan en la zona.

IV.2.4. Medio socioeconómico

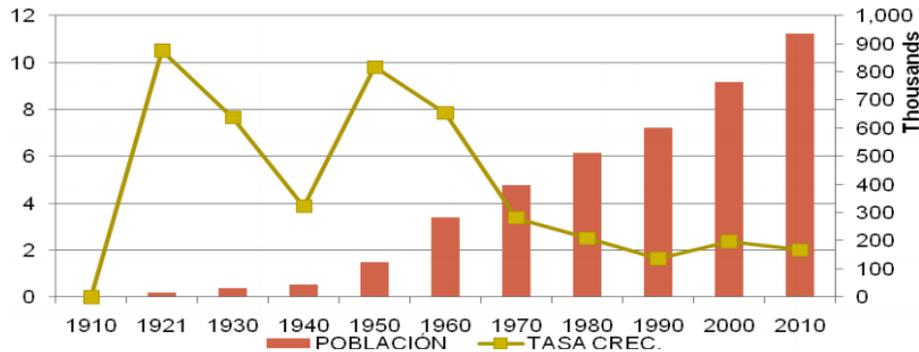
Los componentes demográficos de los que se hace mención en esta caracterización, corresponden a las variables estadísticas poblacionales, generadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), recopilada a través de los Censos y Conteos Poblacionales, con los que se construye los indicadores que muestran la manera en la que está estructurada la población.

A. Demografía

El municipio de Mexicali se caracteriza por un crecimiento demográfico intenso. Del período comprendido entre 1910 y 2010, la población municipal se multiplicó 661 veces. De esta etapa sobresalen los años sesenta con una tasa de crecimiento promedio anual de 7.8 por ciento; mientras que entre los años 2000 y 2010, ésta fue de 2 por ciento. La tasa de crecimiento se estabilizó a partir de

los años setenta con un ligero descenso en décadas subsecuentes. En los años setenta la población municipal ascendía a 281,333 habitantes y para el año 2010 se triplicó.

Figura 15. Crecimiento de la población del municipio de Mexicali 1910-2010. Fuente: INEGI.

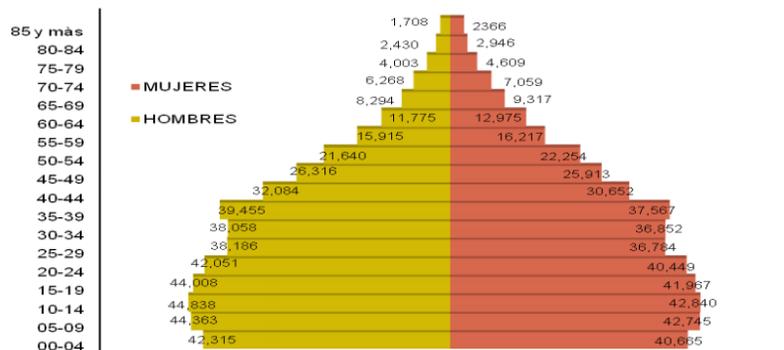


La superficie del territorio municipal es de 13,935.61 km², en ella se distribuyen 936,826 habitantes (INEGI, 2010) con una densidad de 67 habitantes por kilómetro cuadrado, sin embargo, la densidad no es homogénea en el territorio, al contrario, la población se concentra en pocas localidades, mientras que grandes superficies se encuentran despobladas.

En el año 2010 se registraron 1,650 localidades en la extensión municipal, 99% de ellas son rurales y el 1% restante son urbanas y semiurbanas (INEGI, 2010). Sin embargo, de cada 100 habitantes 89 pertenecen a localidades urbanas y semiurbanas y sólo 11 pertenecen a localidades rurales.

La población del municipio de Mexicali representa un 30% del total del estado de Baja California y se distribuye en 265,805 viviendas, resultando un promedio de 3.52 ocupantes por vivienda. De esta población 50.51% son hombres y 40.49 son mujeres y se distribuyen en los grupos de edades que se muestran en la gráfica 3 donde se observa el predominio de la población joven-adulta en un bloque más o menos homogéneo de 30 a menos años de edad.

Figura 16. Pirámide poblacional por edad y sexo. Fuente: INEGI.



Los principales grupos de edad municipal en el 2010 se manifiestan de la siguiente manera: el 27.51% tienen edades de 0 a 14 años, mientras que 62.59% son jóvenes y adultos de con edades de 15 a 59 años y el 7.87% restante son adultos mayores (de 60 años y más). La edad mediana de la población del municipio es de 27 años; 27 las mujeres y 26 los hombres.

Aspectos socioeconómicos

La población económicamente activa representa el 43% del total municipal, mientras que la población ocupada abarca el 41% de la población total. Este indicador tuvo un descenso con respecto al 2005 cuando se presentaron los niveles de pobreza que se muestran en la tabla, donde se observa que Mexicali presenta el segundo lugar estatal en los distintos tipos de pobreza por ingresos y que al menos 10 de cada 100 habitantes presenta pobreza de patrimonio.

Tabla 15. Niveles de pobreza municipal.

Municipio	Pobreza por ingresos		
	Pobreza alimentaria	Pobreza de capacidades	Pobreza de patrimonio
Mexicali	1.5	2.6	10.3
Tecate	1.0	1.8	8.1
Tijuana	0.5	1.1	7.1
Playas de Rosarito	0.9	1.8	8.8
Ensenada	3.7	5.5	14.3

Por su parte, en materia de rezago social de la población, el municipio presenta niveles muy bajos, con excepción de los indicadores de educación básica, derechohabencia a servicios de salud y la disposición de ciertos bienes en la vivienda.

Tabla 16. Indicadores de rezago e índice de rezago de los municipios de Baja California 2005.

Municipio	Mexicali	Tecate	Tijuana	Playas del Rosarito	Ensenada
% de población de 15 años o más analfabeta	2.8	3.6	2.52	3.45	2.05
% de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	3.63	3.71	5.1	4.58	6.16
% de población de 15 años y más con educación básica incompleta	35.29	44.89	39.48	46.8	42.11
% de hogares con población de 15 a 29 años, con algún habitante con menos de 9 años de educación aprobados	26.13	35.32	34.27	42.53	35.58
% de población sin derechohabencia a servicios de salud	29.89	31.76	38.56	48.25	35.45
% de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	2.53	3.13	3.81	2.8	3.72
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de excusado o sanitario	8.58	13.71	13.11	17.4	8.83
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada de la red pública	2.87	15.3	4.49	22.43	8.47
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	8.88	7.84	4.43	5	17
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica	7.9	15.14	11.95	17.49	9.69
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de lavadora	18.55	28.82	33.59	38.79	28.87
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	9.67	18.1	16.71	21.5	18.77
Promedio de ocupantes por cuarto	-0.06	0	0.04	0.1	-0.02
Índice de rezago social	-1.499	-1.126	-1.152	-0.806	-1.118
Grado de rezago social	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo



B. Factores socioculturales

Monumentos

Históricos: Al general Álvaro Obregón, construido a fines de la década de los años veintes; Mexicali cuenta con monumentos a Benito Juárez, Lázaro Cárdenas, Vicente Guerrero, Francisco Zarco, Rodolfo Sánchez Taboada y Los Pioneros, este último ubicado en el Centro Cívico de la ciudad, en honor a los primeros pobladores.

Arquitectónicos: Edificio de La Colorada River Land Co., construida en 1924; Rectoría de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC); antiguo Palacio de Gobierno, se inauguró en 1922; templo Iglesia Metodista del Divino Redentor, construido por la población china en 1920; escuela Cuauhtémoc, una de las primeras edificaciones de concreto armado, construida en 1915; edificio de los tribunales y juzgados de Distrito; antiguo Palacio Municipal, construido en 1924; escuela Leona Vicario, inaugurada en 1924; edificio de la Delegación Municipal Progreso, construido en 1925; Plaza de los Tres Poderes.

Museos

Mexicali cuenta con dos galerías en donde se exponen obras de artistas regionales y nacionales. La ciudad también cuenta con algunos teatros entre los que destacan el del IMSS, el del Estado, el de la UABC, así como el del CETYS-Universidad.

Tradiciones

Es tradición que durante todo el año se celebran carreras de off road en las que participan competidores nacionales y extranjeros. Estas se llevan a cabo en vehículos modificados que se corren por caminos de terracería. El carnaval San Felipe es un Festival Popular en donde el principal atractivo son sus carros alegóricos.

El presente Proyecto no afecta ninguno de los factores sociales que han sido descritos previamente, toda vez que como se ha mencionado previamente el área en comodato cuenta con una superficie de 500 m² y en esta área no se encuentra la presencia de edificaciones de carácter cultural e histórico. Asimismo, no interfiere con las actividades de recreación y de cultura del municipio.

IV.2.5. Diagnóstico ambiental

En este punto se realizará un análisis con la información que se recopiló en la fase de caracterización ambiental, con el propósito de hacer un diagnóstico del sistema ambiental previo a la realización del proyecto, en donde se identificarán y analizarán las tendencias del comportamiento de los procesos de



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con ERA Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California.

Emisión: Junio-2021

deterioro natural y grado de conservación del área de estudio y de la calidad de vida que pudieran presentar en la zona por el aumento demográfico y la intensidad de las actividades productivas, considerando aspectos de tiempo y espacio.

A. Integración e interpretación del inventario ambiental

El proyecto se ubicará dentro del municipio de Mexicali en el estado de Baja California, como se mencionó anteriormente por lo que se tomó en cuenta los datos del municipio para cubrir los aspectos del inventario ambiental.

En el municipio de Mexicali predominan los climas de tipo muy secos, son climas extremos, con temperaturas máximas, principalmente durante los meses de julio y agosto donde la evaporación excede en gran medida a la precipitación. En cuanto a los vientos, la parte más ventosa del año dura 3.5 meses, del 14 de marzo al 29 de junio, con velocidades promedio del viento de más de 12.0 kilómetros por hora.

En cuanto a la hidrología del municipio, convergen dos regiones hidrológicas, la región hidrológica número 4 o Baja California Noreste y la región hidrológica 7 o Río Colorado, sin embargo, en el predio en comodato donde se pretende implementar el proyecto, no se ubican corrientes hidrológicas. De igual manera, en este predio no se ubican cuerpos de agua subterráneas.

Por otro lado, en cuanto a la vegetación de la región, esta flora es la común de zonas semidesérticas, la cual trae como consecuencia la presencia de especies silvestres típicamente xerofitas. No obstante, en el sitio en comodato debido a que cuenta con un área de 500 m² y debido a que este se encuentra impactado por las actividades del cliente, no se registra la presencia de vegetación en el área donde se instalarán los equipos.

En cuanto a la fauna, en la región existen especies de: lagartija, iguana, culebra y víbora de cascabel. Debido a que el proyecto se ubicará dentro de un predio ya impactado previamente, no existe la presencia de fauna en dicho predio. En el área en comodato, correspondiente a una superficie de 500 m² no se ha registrado la presencia de fauna silvestre.

En cuanto al paisaje, se registra que el paisaje ya ha sido impactado previamente debido a las actividades que el cliente lleva a cabo.

B. Síntesis del inventario

Tomando en cuenta lo anterior, así como las características del Sistema Ambiental objeto de estudio y considerando los lineamientos de la Región Ecológica 3.34 donde se ubica la Unidad Ambiental Biofísica 6. Desierto de Altar en Baja California, se refieren un ambiente donde existe una baja degradación de



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con ERA
Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California.**

Emisión: Junio-2021

los suelos y una degradación media de la vegetación. Asimismo, se reporta que en esta UAB existe un porcentaje de cuerpos de agua muy bajo.

Por lo anterior y con base en el trabajo de campo y evidencia fotográfica de esta MIA, es claro que el proyecto no afecta a componentes ambientales como vegetación natural, especies de fauna silvestre, sin presencia de especies protegidas, dada que se localiza en zona urbana impactada.

El diagnóstico ambiental resulta de analizar el Sistema Ambiental que se da en la Unidad Biofísica Ambiental en que se encuentra ubicado el predio donde se pretende realizar la instalación de la Terminal Remota de GNL con base en la política ambiental, lineamientos, estrategias y criterios de regulación ecológica. En ese sentido se considera que el proyecto en sí mismo no modificará el Sistema Ambiental existente esto debido a que el área donde se pretende implementar abarca una superficie de 500 m², además que esta superficie en comodato se encuentra dentro de las instalaciones del cliente, y dicha superficie ha sido impactada previamente debido a las actividades propias del cliente.

Como se ha mencionado previamente, debido a la superficie del predio en comodato donde se pretende implementar el presente proyecto y debido a que se localiza dentro de las instalaciones del cliente, donde este realiza sus actividades productivas, no se registra en esta área la presencia de flora y fauna silvestre. Esto sugiere que a pesar de que el predio tiene antecedentes de perturbación antrópica desde hace años, el hecho de instalar los equipos para el suministro de gas natural licuado genera impactos de menor magnitud.

Como resultado de la evaluación de las características ambientales, y de acuerdo con la información cartográfica y el trabajo de campo realizado, se puede concluir que la ubicación geográfica del proyecto se encuentra en un lugar estratégico y privilegiado, pues las afectaciones al medio ambiente por causa de su instalación serán menores. En la visita realizada a campo, no se logró observar especies de flora y fauna catalogadas con algún estatus de protección.

Cercano al predio no se localizan fallas ni fracturas geológicas de ningún tipo. El área del Proyecto, así como el resto de la zona es asísmica, no presenta derrumbes, y deslizamientos.

Por otra parte, la zona de intervención del proyecto no interferirá con los flujos hídricos del municipio debido a que no existen corrientes cercanas al área de intervención.

Finalmente, el proyecto no representa una amenaza a sitios históricos y/o culturales del municipio de Mexicali.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Los efectos sobre los diferentes aspectos ambientales y socioeconómicos fueron determinados de acuerdo con las actividades del proyecto. Los componentes afectados fueron seleccionados a partir del conocimiento específico de cada actividad o proceso. La metodología implementada fue tomada de Cantú-Martínez (2000), Glasson, et al. (1999), Petts (1999) y Byron (2000), modificada por COPREMIA, S.C.P. (2002).

Para el proceso de evaluación de posibles impactos ambientales se consideran que estas acciones pueden producirse en tres etapas principales:

1. Etapa de preparación del sitio (Visitas e Ingeniería conceptual) e instalación del equipo
2. Etapa de operación y mantenimiento
3. Etapa de abandono

La identificación de los posibles impactos ambientales ocasionados por el proyecto se llevó a cabo mediante el análisis de la información global de las obras, de acuerdo con:

- Recopilación y análisis de información documental basada en datos del proyecto, para identificar las posibles actividades que pudieran causar impactos ambientales en cada una de las etapas de desarrollo de la obra.
- Verificación en campo de las condiciones del medio y de los rangos específicos del terreno, de acuerdo con las características del proyecto. En el Anexo 12 se adjunta la memoria fotográfica del predio donde se desarrollará el proyecto, misma que describe las condiciones actuales.
- Desarrollo de la metodología aplicable mediante un Análisis Cribado Ambiental.

Para cada una de las etapas se seleccionaron las actividades más relevantes (componentes y subcomponentes), y las variables bióticas, abióticas y socioeconómicas del ambiente con las subvariables más relevantes atribuidas a cada grupo.

Lo anterior, fue consignado en la matriz versus los componentes y variables ambientales que pudieran ser afectados. De este modo, fueron evaluados los impactos considerando tres niveles:

- Impacto nulo = 0
- Impacto poco significativo = 0.5
- Impacto significativo = 1.

Donde los valores 0, 0.5 y 1 son unidades ponderadas de impacto. Se evaluó a los impactos mediante la construcción de tres matrices:

Tabla 17. Matrices para la identificación y evaluación de impactos.

Matriz	Función
Matriz de grado	Determina cuáles actividades del proyecto causan mayor impacto sobre las variables ambientales obteniendo así aquellas variables ambientales que resultan más afectadas durante el proceso.
Matriz de tipo permanencia	Identifica el tipo de impacto, de acuerdo con los efectos en función de sus beneficios o perjuicios sobre los componentes ambientales, así como el tiempo en el que se manifiestan.
Matriz de rango y extensión	Identifica los impactos generados directamente por el proyecto (primario), o bien si el área se encuentra actualmente impactada y el proyecto incrementará esta característica en la zona (sinérgico). Se considera también si se trata de un impacto restringido al sitio (puntual) o si su efecto se extiende más allá de la zona en que se ubica el proyecto (extenso).

Con esta evaluación, será posible emitir consideraciones técnicas sobre el proyecto, justificando la resolución del estudio como: proyecto procedente o no procedente, y si tendrá o no restricciones.

V.1.1. Indicadores de impacto

Se identificaron los siguientes componentes en el sistema ambiental presente que podrían ser afectados por las diversas actividades del proyecto de manera directa o indirecta:

- Componentes Abióticos: Calidad del aire, calidad del agua, calidad del suelo y calidad del entorno acústico.
- Componentes Bióticos: Estructura del paisaje.
- Socioeconómicos: Generación de empleos, requerimiento de servicios, incremento del tráfico vehicular.

V.1.2. Lista indicativa de indicadores de impacto

Tabla 18. Lista de indicadores de Impacto.

Componentes abióticos	
Calidad del aire	<i>Emisiones de partículas y gases.</i> Se considera la generación de polvos producto del acabado de obra civil por la preparación del sitio y construcción, y las emisiones producidas por los vehículos utilizados. También considera las emisiones atmosféricas que pudieran ser producidas por el proceso.

Componentes abióticos	
Calidad de agua	<i>Descarga de agua.</i> Comprende las aguas residuales que pudieran generarse durante el proceso, no obstante, por la naturaleza del proyecto no se requiere el uso de agua.
Calidad del entorno acústico	<i>Emisión de ruido.</i> Nivel de decibeles generados por las actividades del proyecto, sus efectos hacia las colindancias.
Componentes bióticos	
Estructura del paisaje	<i>Calidad estética y escénica.</i> Hace referencia a la permanencia y características del sistema ambiental general, incluyendo las comunidades faunísticas y florísticas de la zona, considerando el grado de modificación o alteración de los elementos del paisaje local.
Componentes socioeconómicos	
Generación de empleos	<i>Oferta y demanda de empleos.</i> Demanda de empleos que requerirá el proyecto respecto las diversas actividades que se ejecutarán, con base en las características de la zona. Sea este de carácter temporal o permanente y local o regional.
Requerimiento de servicios	<i>Requerimiento de servicios.</i> Servicios que serán necesarios en las diferentes etapas de implementación del proyecto, tales como la renta de maquinaria, demanda de energía y diversos tipos de infraestructura adecuada para el desarrollo de las obras. Este puede ser de manera temporal o permanente y local o regional.
Tráfico vehicular	<i>Tráfico vehicular.</i> Beneficios o perjuicios que provocará el proyecto sobre el flujo vehicular en la zona, durante todas sus etapas. Principalmente durante la operación por la salida y entrada de vehículos al predio.

V.1.3. Criterios y metodología de evaluación

Con base en estos listados previos y en el análisis de las interacciones entre sí, se construyeron las matrices de ponderación e identificación de impactos generados al sistema ambiental.

La siguiente tabla muestra la definición de los criterios de clasificación y las clases de impactos que se tomaron como base, así como la simbología utilizada en las matrices correspondientes.

Tabla 19. Criterios de clasificación de impactos

Criterios de clasificación		Clases		Símbolo
MAT RIZ DE GRA DO	Magnitud del impacto	Significativo	Impacto de gran intensidad	1
		Poco significativo	Impacto de poca intensidad	0.5
		No significativo (nulo)	Impacto resultante es de muy poca intensidad que no refiere a una modificación ambiental significativa	0

Criterios de clasificación		Clases		Simbolo
MATRIZ DE TIPO Y PERMANENCIA	Tipo de impacto	Positivo	Son aquellos que significan beneficios ambientales	P
		Negativo	Impactos que causan daño o deterioro del componente o del ambiente global	N
	Permanencia del impacto	Temporal	Es aquel que supone una alteración no permanente en el tiempo	T
		Permanente	Impacto que supone una alteración indefinida en el tiempo	P
MATRIZ DE RANGO Y EXTENSIÓN	Rango de incidencia de los impactos	Impacto primario	Se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevas alteraciones.	P
		Impacto sinérgico	Resultantes del impacto incrementado de la acción propuesta sobre algún recurso común cuando se añade a acciones pasadas, presentes y razonablemente futuras	S
	Extensión de los impactos	Puntual	La acción impactante produce una alteración dentro del polígono establecido por el cliente para la realización del proyecto.	P
		Extenso	Presenta efectos más allá de los límites del polígono establecido por el cliente para la realización del proyecto.	E

La metodología de matriz de cribado ambiental presenta las siguientes ventajas:

- Permite tener una apreciación rápida de los impactos ambientales generados por el proyecto, a través de la representación gráfica de estos, teniendo a la vez una ponderación susceptible de cuantificar al sumar las barras de la matriz.
- Mediante la matriz de Cribado Ambiental se obtiene una ponderación cualitativa del proyecto, en la relación con su impacto en el ecosistema donde se lleva a cabo.
- Con la asignación de los Coeficientes de Importancia Relativa se obtiene una apreciación cualitativa de los impactos generados, al determinar cuáles de las variables son más importantes para mantener el bienestar general del ambiente.
- La metodología en su conjunto permite realizar la toma de decisiones más adecuada para amortiguar el impacto general provocado por el emprendimiento del proyecto, precisamente en aquellas variables más impactadas.
- Permite presentar elementos que sustentan la decisión técnica respecto al proyecto.

Identificadas las actividades relevantes del proyecto, así como los factores y componentes ambientales y socioeconómicos susceptibles de ser afectados, se elaboraron las tres matrices que conforman la

metodología de cribado ambiental, por lo que, en seguida se presentan los resultados obtenidos a partir de la observación y del trabajo realizado en campo, así como del juicio de los expertos al realizar el análisis de los parámetros.

Tabla 20. Matriz de grado.

MATRIZ DE GRADO	ACTIVIDADES DEL PROYECTO												IMPACTO TOTAL DE LA VARIABLE AMBIENTAL	IMPACTO TOTAL DEL COMPONENTE
	INSTALACIÓN			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					ABANDONO					
	Arribo del equipo	Instalación de equipos y tubería	Valor de impacto subtotal (UPI)	Recepción del vehículo de recarga	Suministro de GN	Venteo de tanques	Mantenimiento	Valor de impacto subtotal (UPI)	Desinstalación de equipos y tuberías	Carga de equipos al vehículo	Limpieza y entrega del predio	Valor de impacto subtotal (UPI)		
Impacto significativo = 1 Impacto poco significativo = 0.5 Impacto nulo = 0														
COMPONENTES ABIOTICOS														
Calidad del aire	0.5	0.0	0.5	0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	0.5	0.5	0.0	1.0	2.5	5.0
Calidad del agua	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Calidad del suelo	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.5	
Calidad del entorno acústico	0.5	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	1.5	
COMPONENTES BIOTICOS														
Estructura del paisaje	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SOCIOECONOMICOS														
Generación de empleos	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	2.0	1.0	0.0	0.0	1.0	4.0	5.5
Requerimientos de servicios	0.0	0.0	0.5	0.0	1.0	0.0	0.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	
Tráfico vehicular	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
IMPACTO TOTAL DE LA ACTIVIDAD	1.0	1.5	2.5	1.0	2.0	0.5	1.5	5.0	1.5	1.0	0.0	3.0	10.5	10.5

Tabla 21. Matriz de tipo y permanencia.

MATRIZ DE TIPO Y PERMANENCIA	ACTIVIDADES DEL PROYECTO									10		
	INSTALACIÓN		OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				ABANDONO				0	
	Arribo del equipo	Instalación de los equipos y tubería	Recepción del vehículo de recarga	Suministro de GN	Venteo de tanques	Mantenimiento	Desinstalación de equipos y tuberías	Carga de equipos al vehículo	Limpieza y entrega del predio			3
Impacto negativo temporal (NT) Impacto negativo permanente (NP) Impacto positivo temporal (PT) Impacto positivo permanente (PP) Impacto nulo (0)										3		
COMPONENTES ABIOTICOS										Impacto negativo temporal NT		
Calidad del aire	NT	0	NT	0	NT	0	NT	NT	0		Impacto negativo permanente NP	
Calidad del agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0			Impacto positivo temporal PT
Calidad del suelo	0	NT	0	0	0	0	0	0	NT			
Calidad del entorno acústico	NT	0	NT	0	0	0	0	NT	0	56		
COMPONENTES BIOTICOS										Impacto nulo 0		
Estructura del paisaje	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
SOCIOECONOMICOS										Impacto nulo 0		
Generación de empleos	0	PT	0	PP	0	PP	PT	0	0			
Requerimientos de servicios	0	0	0	PP	0	PT	0	0	0			
Tráfico vehicular	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

Tabla 22. Matriz de rango y extensión.

MATRIZ DE RANGO Y EXTENSION	ACTIVIDADES DEL PROYECTO									12	2	1	1	56
	INSTALACIÓN		OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				ABANDONO							
	Arribo del equipo	Instalación de los equipos y tubería	Recepción del vehículo de recarga	Suministro de GN	Venteo de tanques	Mantenimiento	Desinstalación de equipos y tuberías	Carga de equipos al vehículo	Limpieza y entrega del predio					
Impacto puntual primario (PP)										Impacto puntual primario PP	Impacto puntual sinérgico PS	Impacto extenso primario EP	Impacto extenso sinérgico ES	Impacto nulo 0
Impacto puntual sinérgico (PS)														
Impacto extenso primario (EP)														
Impacto extenso sinérgico (ES)														
Impacto nulo (0)														
COMPONENTES ABIOTICOS														
Calidad del aire	PP	0	PP	0	PP	0	PP	PP	0					
Calidad del agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Calidad del suelo	0	0	PP	0	0	0	0	0	PP					
Calidad del entorno acústico	PP	0	PP	0	0	0	0	PP	0					
COMPONENTES BIOTICOS														
Estructura del paisaje	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
SOCIOECONOMICOS														
Generación de empleos	0	PS	0	PP	0	PS	PP	0	0					
Requerimientos de servicios	0	0	0	ES	0	EP	0	0	0					
Tráfico vehicular	0	0	0	0	0	0	0	0	0					

Análisis de las matrices

Las matrices resultantes de la evaluación del proyecto quedaron integradas por 8 filas (componentes) y 9 columnas (actividades), con lo que se establecieron un total de 72 posibles interacciones, ya que



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con ERA
Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California.**

Emisión: Junio-2021

potencialmente cualquier acción de algunas de las etapas del proyecto puede interactuar sobre cualquier componente ambiental.

En la matriz de grado se determinó que una gran parte de los impactos resultaron nulos o no genera beneficio/afectación al componente analizado. También se observó una mayor cantidad de impactos significativos en el sector socioeconómico.

En la matriz de tipo y permanencia se contabilizaron 10 impactos negativos temporales y ninguno permanente, esto debido al periodo en que se desarrollaran las actividades, sobre todo durante la etapa de operación y mantenimiento. Asimismo, los impactos positivos correspondieron en gran medida al sector socioeconómico que involucra la generación de empleos y el requerimiento de servicios. A pesar de ser menores los impactos positivos, estos promueven el desarrollo de la economía local y la facilidad en la obtención de servicios como las del presente proyecto.

En la matriz de rango y extensión se evaluó la localidad del impacto, donde la mayoría fue puntual primario, es decir, no sobrepasa los límites del sitio, por lo que no afecta a terceros. Sin embargo, se tomarán medidas necesarias para minimizar aquellos que causen afectaciones al medio ambiente y a la salud.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

A continuación, se describen las medidas para prevenir y mitigar los efectos de los impactos ambientales adversos que se podrían generar por el desarrollo del proyecto de “Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California”.

El objetivo de las medidas de prevención, mitigación y compensación es prevenir o disminuir los efectos negativos del proyecto sobre factores ambientales y socioeconómicos.

El área de comodato donde se instalará el proyecto forma parte de una planta del cliente o usuario final, donde existen las condiciones adecuadas para la instalación del proyecto, por lo que, el sitio se encuentra previamente impactado.

Con el propósito de prevenir y mitigar los impactos ambientales identificados en el capítulo anterior del presente estudio, se proponen medidas de mitigación y compensación para los impactos esperados en cada etapa del proyecto que van desde la preparación del sitio, operación y mantenimiento y abandono, los cuales se describen a continuación:

VI.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

Tabla 23. Descripción de impactos y medidas de prevención y mitigación en la etapa de instalación.

INSTALACIÓN (Arribo del equipo, Instalación del equipo y tubería)			
Componente	Descripción del impacto	Naturaleza del impacto	Medida de prevención y mitigación
Calidad del aire	Durante el desarrollo de estas actividades, la única afectación a la calidad del aire provendrá de los vehículos automotores que se encarguen de trasladar el equipamiento necesario hasta al lugar donde se pretende desarrollar el proyecto.	Impacto poco significativo, temporal y puntual.	Los vehículos automotores deberán tener mantenimiento continuo por el prestador de servicios externo y deberán apegarse a los límites máximos permisibles de emisión establecidos en los programas federales, estatales y/o municipales.
Calidad del agua	No se usará agua ni se generarán aguas residuales en el desarrollo del proyecto.	Nulo	No aplica, no se genera impacto.
Calidad del suelo	No se generarán afectaciones al suelo de área en comodato, dado que el lugar ya se	Poco significativo,	Se llevará a cabo la gestión y manejo adecuado de los polvos que pudieran

INSTALACIÓN (Arribo del equipo, Instalación del equipo y tubería)			
Componente	Descripción del impacto	Naturaleza del impacto	Medida de prevención y mitigación
	encuentra impactado. No obstante, durante la instalación de las tuberías se podrían generar polvos producto de las perforaciones de anclaje sobre el piso.	temporal y puntual	generarse durante las acciones de la instalación mediante la recolección de estos y su incorporación en los contenedores del cliente.
Calidad del entorno acústico	Los impactos acústicos solamente serán generados por el vehículo durante su arribo al predio, mismos que serán realmente insignificantes.	Poco significativa, temporal y puntual.	Mantenimiento constante a los vehículos automotores del prestador de servicios para que la generación de ruido por estos sea lo mínima posible, en cumplimiento a la NOM-080-SEMARNAT-1994.
Estructura del paisaje	El arribo del equipo, así como la instalación de la terminal, no afecta la estética del paisaje, dado que el lugar se encuentra dentro de las instalaciones del cliente, quien además ya ha sido impactada por las actividades propias del cliente.	Nulo	No aplica, no se genera impacto.
Generación de empleos	La generación de empleo será significativa dada la contratación de personal calificado para la instalación de los equipos que forman parte del presente proyecto.	Significativo, positivo temporal y sinérgico al proyecto.	No se requiere de medidas de prevención y/o mitigación.
Requerimientos de servicios	El requerimiento de servicios, principalmente podría ser energía eléctrica, sin embargo, este no será necesario durante la instalación del equipo.	Nulo	No aplica, no se genera impacto. No se le atribuye impactos positivos o negativos, ya que este será suministrado por el cliente.
Tráfico vehicular	El uso de vialidades para la circulación de los vehículos automotores no implicará la generación de tráfico en carreteras próximas a la zona, ya que estas son poco transitadas, por lo que se prevé la nula afectación de este componente en esta etapa del proyecto.	Nulo	No aplica, no se genera impacto.

Tabla 24. Descripción de impactos y medidas de prevención y mitigación en la etapa de operación y mantenimiento.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (Recepción del vehículo de recarga, suministro de GNL, venteo de tanque, mantenimiento)			
Componente	Descripción del impacto	Naturaleza del impacto	Medida de prevención y mitigación
Calidad del aire	Las afectaciones a la calidad del aire serán producidas en la actividad de arribo del tanque de recarga por las emisiones propias del vehículo, y por las operaciones de venteo que se llevarán a cabo ocasionalmente, en el cual se liberan pequeñas cantidades de gas natural como parte de las medidas de seguridad establecidas en la NOM-013-SECRE-2012.	Impacto poco significativo, temporal y puntual.	Los vehículos automotores del prestador de servicios deberán tener constante mantenimiento mecánico y deberán apegarse a la NOM-041-SEMARNAT-2015. En cuanto a las operaciones de venteo en tanque, se adaptará un economizador para reducir el número de venteos y maximizar el aprovechamiento de gas. En cuanto al vaporizador, en la actualidad no hay sistemas que eviten que esto suceda ya que es una medida de seguridad para despresurizar a estos, por lo que resulta indispensable realizar dicho procedimiento.
Calidad del agua	No se usará agua ni se generarán aguas residuales en esta etapa del proyecto.	Nulo	No aplica, no se genera impacto.
Calidad del suelo	No se generarán afectaciones al suelo en comodato, dado que el lugar ya se encuentra impactado.	Nulo	No aplica, no se genera impacto.
Calidad del entorno acústico	Los impactos acústicos solamente serán generados por el vehículo durante su arribo al predio para realizar la recarga del tanque, mismos que serán realmente insignificantes.	Poco significativa, temporal y puntual.	Mantenimiento constante a los vehículos automotores, por parte del prestador de servicios, para que la generación de ruido por parte de estos sea lo mínima posible, en cumplimiento a la NOM-080-SEMARNAT-1994.
Estructura del paisaje	Las actividades descritas que involucran esta etapa no afectan la estética del paisaje, dado que el lugar se encuentra dentro de una instalación de tipo industrial.	Nulo	No aplica, no se genera impacto.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (Recepción del vehículo de recarga, suministro de GNL, venteo de tanque, mantenimiento)

Componente	Descripción del impacto	Naturaleza del impacto	Medida de prevención y mitigación
Generación de empleos	La generación de empleo será significativa dada la contratación de personal para la operación de los equipos durante el suministro de gas natural al cliente, asimismo para cuando se lleve a cabo el mantenimiento del tanque criogénicos de guarda.	Significativo, positivo temporal y sinérgico al proyecto.	No se requiere de medidas de prevención y/o mitigación.
Requerimientos de servicios	El requerimiento de servicios, principalmente energía eléctrica, será necesario durante toda la vida del proyecto para mantener activa el sistema de alarma, para dar aviso en caso de posibles contingencias.	Impacto poco significativo, puntual y temporal.	Los servicios serán suministrados por el cliente, por lo que no habrá inconveniente en la prestación de estos.
Tráfico vehicular	El uso de vialidades para la circulación de los vehículos automotores no implicará la generación de tráfico en carreteras próximas a la zona, ya que estas son poco transitadas, por lo que se prevé la nula afectación de este componente en esta etapa del proyecto.	Nulo	No aplica, no se genera impacto.

Tabla 25. Descripción de impactos y medidas de prevención y mitigación en la etapa de abandono del sitio.

ABANDONO (Desinstalación de equipos y tuberías, carga de equipos al vehículo, limpieza y entrega del predio)			
Componente	Descripción del impacto	Naturaleza del impacto	Medida de prevención y mitigación
Calidad del aire	<p>La calidad del aire se verá impactada en la actividad de desinstalación de equipos debido al escape de posibles remanentes de gas que pudieran contenerse en las tuberías y equipos.</p> <p>Por otro lado, se emitirán gases por el vehículo que realizará la carga y retiro de los equipos del sitio en comodato.</p>	Impactos poco significativos, de carácter temporal y puntuales.	<p>Se tratará de evitar en la medida de lo posible la emisión fugitiva de gases remanentes, para lo cual, las acciones de desmonte se apegarán a los manuales y/o programas formulados por Énestas, S.A. de C.V. para la minimización de afectaciones ambientales.</p> <p>Los vehículos automotores, del prestador de servicios, deberán tener constante mantenimiento mecánico y deberán apearse a la NOM-041-SEMARNAT-2015.</p>
Calidad del agua	No se usará agua ni se generarán aguas residuales en esta etapa del proyecto.	Nulo	No aplica, no se genera impacto.
Calidad del suelo	No se generarán afectaciones al suelo en comodato, dado que el lugar ya se encuentra impactado.	Nulo	No aplica, no se genera impacto.
Calidad del entorno acústico	Los impactos acústicos solamente serán generados por el vehículo durante su arribo al predio para realizar carga del tanque y retiro de estos una vez terminada la vida del proyecto.	Poco significativa, temporal y puntual.	Mantenimiento constante a los vehículos automotores del prestador de servicios para que la generación de ruido por estos sea lo mínima posible, en cumplimiento a la NOM-080-SEMARNAT-1994.
Estructura del paisaje	Las actividades descritas que involucran esta etapa no afectan la estética del paisaje, dado que el lugar se encuentra dentro de una instalación de tipo industrial.	Nulo	No aplica, no se genera impacto.
Generación de empleos	La generación de empleo será temporal y significativa al contratar personal dedicado a la desinstalación de los equipos. El personal podría incorporarse a la plantilla de equipo técnico de apoyo para otros proyectos.	Significativo, positivo temporal y sinérgico al proyecto.	No se requiere de medidas de prevención y/o mitigación.
Requerimientos de servicios	En esta última etapa del proyecto no se requerirá ningún tipo de servicio, ya que el desmonte de equipos será manual, así como la carga de estos y la limpieza del predio.	Nulo	No aplica, no se genera impacto.



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con ERA
Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California.**

Emisión: Junio-2021

ABANDONO (Desinstalación de equipos y tuberías, carga de equipos al vehículo, limpieza y entrega del predio)

Componente	Descripción del impacto	Naturaleza del impacto	Medida de prevención y mitigación
Tráfico vehicular	El uso de vialidades para la circulación de los vehículos automotores no implicará la generación de tráfico en carreteras próximas a la zona, ya que estas son poco transitadas, por lo que se prevé la nula afectación de este componente en esta etapa del proyecto.	Nulo	No aplica, no se genera impacto.

VI.2. IMPACTOS RESIDUALES

Se prevé que el único impacto residual identificado sea la emisión de gas natural a la atmósfera durante el venteo del tanque criogénico de guarda y los vaporizadores, ya que se trata de un dispositivo de seguridad que constituye una protección para los elementos del sistema y que forma parte de los requisitos de seguridad que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SECRE-2012. Este tipo de dispositivos accionan exclusivamente cuando el parámetro que están diseñados para controlar llega a superar el límite establecido. En este caso dicho parámetro es la presión interna. Si la presión supera en cualquier momento el límite establecido, la o las válvulas de seguridad abrirán aliviando la presión interna evitando de esta forma la ocurrencia del escenario de pérdida de contención del tanque, del vaporizador o de sus líneas y accesorios asociados.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En este apartado se realizará la descripción de los escenarios ambientales del sitio que pretende ser ocupado por el proyecto que hoy nos ocupa, con el fin de conocer el impacto que se generará por la implementación de este.

El sitio donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra completamente impactado debido a que se trata de un predio ya modificado, por ello mismo se presume que, el proyecto de suministro de gas natural licuado al cliente, no representará un impacto significativo en el entorno en ninguna de las etapas de este. No obstante, los impactos que fueron identificados tendrán sus correspondientes medidas de prevención, mitigación y compensación, dando como resultado la minimización de los impactos ambientales negativos que pudieran darse durante las actividades de desarrollo del proyecto.

VII.1. PRONÓSTICO DEL ESCENARIO

Como se mencionó en el capítulo anterior, los impactos negativos que se pudieran derivar en la superficie en que se sitúa el proyecto, al igual que en las adyacentes, no se determinan como impactos permanentes. Asimismo, y bajo las circunstancias ambientales que presenta el predio, no existe la presencia de especies bajo un estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual establece la protección ambiental de especies de flora y fauna silvestres nativas de México.

Los escenarios que se presentan, por una parte, describen un contexto en donde no se aplican las medidas de prevención y mitigación, mientras que, por otra, se toma en cuenta dichas medidas propuestas (Tabla 26).

Tabla 26. Descripción de escenarios.

Medio o componente	Escenario (sin la aplicación de las medidas propuestas)	Escenario esperado (con la aplicación de las medidas propuestas)
Calidad del aire	<p>Las emisiones atmosféricas provenientes de los vehículos durante las actividades de arribo del equipo, la recarga del tanque y/o desinstalación de este, se sumará a las emisiones que se tienen actualmente por las unidades vehiculares propias del cliente, por lo que, afectará de forma poco significativa a la calidad del aire que se tiene.</p> <p>Por otro lado, a consecuencia de la liberación de emisiones ocasionales de GNL, por protocolos de seguridad, esta acción impactará de forma</p>	<p>Se podrá disminuir la cantidad de emisiones atmosféricas generadas por los vehículos durante todo el proyecto cuando estos cumplan con los límites máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas para su circulación.</p> <p>En cuanto a las actividades de venteo, la instalación de economizadores permitirá que se recuperen los gases en lugar de liberarlos, para que estos sean aprovechados en el proceso</p>

Medio o componente	Escenario (sin la aplicación de las medidas propuestas)	Escenario esperado (con la aplicación de las medidas propuestas)
	permanente la calidad del aire en el área de influencia del proyecto.	productivo, esto con finalidad de evitar la disminución de la calidad del aire.
Agua	Por naturaleza del proyecto no habrá consumo de agua potable ni generación de aguas residuales.	No se generan impactos de este tipo en el desarrollo del proyecto, por lo que el escenario en este componente permanecerá en las condiciones originales.
Calidad del suelo	<p>La calidad del suelo en el área en comodato se encuentra impactada por realizarse actividades de propias del cliente, el predio cuenta con una superficie adecuada y no existe vegetación o fauna nativa. Por lo que en aplicación del proyecto esta superficie contaría con las mismas características, sin impactos notorios o poco significativos.</p> <p>La omisión al manejo de los residuos generados durante la instalación del equipo podría propiciar el acumulamiento de estos en alguna parte del predio o de las colindancias, como las áreas verdes. Misma que provocaría afectaciones estéticas, pero poco significativas.</p>	El proyecto por desarrollar no sumará afectaciones a la calidad del suelo. Sin embargo, en cuanto a los residuos generados, estos se integrarán a la red interna de recolección del cliente para su posterior manejo, mismo que permitirá una disposición final adecuada de los estos, evitando afectación al paisaje o a la calidad del suelo.
Calidad del entorno acústico	La contaminación sonora generada por los vehículos en las etapas de preparación del sitio, operación y abandono del sitio afectarán de manera poco significativa, ya que estas afectaciones se sumarán con las actividades realizadas ya en la zona.	Al realizarse mantenimiento constante a los vehículos que serán utilizados, y con base a la NOM-080-SEMARNAT-1994 se permitirá el cumplimiento con los límites permisibles de ruido que pueden emitir las unidades.
Estructura del paisaje	No aplica no se genera impacto en ninguna de las etapas del Proyecto suministro de gas natural licuado al cliente o usuario final.	No aplica no se genera impacto en ninguna de las etapas del Proyecto de suministro de gas natural licuado al cliente o usuario final.
Requerimientos de servicios	El suministro de servicios, principalmente de electricidad será previsto por el cliente, para mantener activo el sistema de alarma en caso de posibles contingencias. No se generan impactos.	No aplica, ya que no se genera impacto en ninguna de las etapas del Proyecto.
Tráfico vehicular	No aplica, ya que no se genera impacto en ninguna de las etapas del Proyecto.	No aplica, ya que no se genera impacto en ninguna de las etapas del Proyecto.

VII.2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El programa de vigilancia ambiental contempla las medidas o acciones de control, prevención, mitigación o compensación propuestas en el presente estudio de impacto ambiental, contemplando las medidas dictadas por la ASEA y aquellas que pudieran surgir durante el desarrollo del proyecto. El programa de vigilancia ambiental tiene como objetivos:

- Establecer la técnica de evaluación de las medidas de prevención y mitigación resultado de los posibles impactos ambientales generados en las distintas etapas del proyecto.
- Comprobar la eficacia de las medidas de prevención y mitigación de los posibles impactos ambientales del proyecto.
- Identificar los posibles impactos no detectados en el estudio de impacto ambiental y establecer medidas para su reducción o eliminación.
- Establecer las medidas de corrección en caso de que alguna variable salga de control.
- Establecer medidas de emergencia para casos de accidentes o situaciones inusitadas. Estas consideraciones deberán tener seguimiento en cada una de las etapas del proyecto.
- Establecer la periodicidad de los informes para la autoridad competente.

Mi representada mantendrá vigente el programa de vigilancia ambiental durante todo el tiempo de vida del proyecto. El plan de monitoreo y vigilancia ambiental desarrollará a su vez programas que establezcan las acciones que se consideren necesarias para mantener y vigilar los parámetros que se han revelado como posibles agentes de impacto ambiental. Entre los programas que se deberán contemplar como mínimo están:

- Emisiones a la atmósfera.
- Programa de mantenimiento preventivo de las instalaciones.
- Mantenimiento a las unidades vehiculares que serán utilizadas durante el proyecto. Esto se realizará mediante la vigilancia del cumplimiento por parte del transportista contratado.

Las actividades realizadas serán registradas junto con los documentos que avalen las actividades, estos deberán de ser archivados y conservados, de forma que se tengan los elementos para hacer trazable mediante un diagrama de Gantt cada uno de los eventos ocurridos en el Proyecto de Suministro de Gas Natural Licuado al cliente.

Deberá contar con un encargado general que conozcan los programas para la operación del tanque, así como las medidas a aplicar durante el desarrollo del proyecto. De este modo, en el momento en el que algún técnico operador detecte alguna desviación o fallo en el sistema, deberá comunicarlo al responsable general de forma que se registre la desviación y se tomen las acciones necesarias para restablecer las condiciones del cumplimiento.

Las acciones de mejora y las sugerencias deberán también registrarse.

Los programas para la Terminal Remota de suministro de Gas Natural deberán contener como mínimo los apartados siguientes:

- Nombre del programa.
- Objetivo.
- Nombre del encargado del programa.
- Enfoque.
- Responsabilidades.
- Infraestructura.
- Impactos identificados.
- Medidas de prevención y mitigación.
- Responsables.
- Evidencias.

Respecto a la evaluación del programa, anualmente se realizará un informe de estado de la Terminal Remota añadiendo fotografías que muestran el estado de los diferentes equipos y accesorios. A esta información se anexará comentarios sobre las causas que pudieron haber ocasionado incumplimientos, acciones correctivas, así como el programa de mejora para el siguiente año.

VII.3. CONCLUSIONES

- DOMICILIO DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA) ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.
- La instalación de la Terminal Remota de Suministro de Gas Natural Licuado estará localizada en domicilio conocido en [REDACTED].
 - No existen restricciones para el desarrollo del presente proyecto con el POEGT, además de que no se consumirán recursos naturales propios de la zona ni se plantea realizar un cambio de uso de suelo.
 - De acuerdo con el Análisis obtenido en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el sitio donde se pretende desarrollar el proyecto no presenta influencia con cuerpos de agua ni Áreas Naturales Protegidas de carácter federal, estatal o municipal; así como tampoco forma parte de Regiones Hidrológicas Prioritarias, Regiones Marinas Prioritarias, Regiones Terrestres Prioritarias, áreas de importancia para la conservación de aves y sitios Ramsar.
 - El análisis general de los impactos generados señala afectaciones poco significativas de carácter temporal, por tratarse de actividades que no son constantes durante la vida del proyecto y que

en su mayoría son controlables. Asimismo, el valor estético se verá inalterado por las actividades que se desarrollarán, dado que el predio ya se encuentra impactado.

- Por naturaleza del proyecto, este no utilizará agua ni generará efluentes de aguas residuales en ninguna de las etapas que lo conforman.
- No se ponen en riesgo especies originarias de la región debido a la magnitud del proyecto y a que este se desarrollará dentro de las instalaciones de los terrenos del cliente en una superficie de 500 m² en un predio que ya ha sido impactado previamente por las actividades propias del cliente, por lo que no se encontraron especies de flora y fauna alguna y menos en estado de riesgo, por el mismo hecho de que en la zona se llevan a cabo actividades antropogénicas.
- En el presente proyecto no se contemplan actividades de preparación del sitio, ni de construcción que involucren obras nuevas o de cualquier tipo, ya que el cliente será el responsable de proporcionar a Enestas, S.A. de C.V., un área en comodato con las características técnicas específicas para soportar el proyecto, para únicamente llevar a cabo la instalación del equipo, suministro y mantenimiento.
- En cuanto a las emisiones a la atmósfera, se contará con procedimientos adecuados para la realización de los venteos tanto del tanque criogénico como de los vaporizadores de modo que se evite en la medida de lo posible este tipo de emisiones. Mientras que para las unidades vehiculares se vigilará que el transportista contratado cumpla con el mantenimiento continuo en cumplimiento con la normatividad aplicable.
- La generación de residuos (polvo) será mínima y solo en la etapa denominada de instalación, que consiste en la instalación de los equipos y tuberías, dichos polvos se incorporarán al manejo establecido por el cliente que será la de limpia municipal.
- Con respecto a los impactos benéficos que el proyecto producirá se encuentran aquellos en el medio socioeconómico, promoviendo la generación de empleos directos e indirectos en todas las etapas del proyecto.
- La naturaleza del presente proyecto, que consiste en suministrar GNL al usuario, se vincula con la sustitución gradual de gas LP por gas natural que pretende el usuario final. Por lo que el consumo de GNL presenta mayores beneficios al medio ambiente.
- El balance de los impactos aunado con la compatibilidad de los ordenamientos aplicables en la materia determina la viabilidad ambiental del proyecto.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

VIII.1. FORMATO DE PRESENTACIÓN

VIII.1.1. Planos definidos

Anexo 5. Localización general del proyecto

Anexo 6. Plano de distribución de equipos.

Anexo 7. Plano del tanque de almacenamiento.

Anexo 8. Plano del vaporizador.

Anexo 9. Plano de diagrama de flujo.

Anexo 10. Plano de distribución de tuberías.

Anexo 11. Plano isométrico general.

VIII.1.2. Fotografías

Se tomaron fotografías en diferentes puntos que rodean al predio y las condiciones que este presenta antes de realizar las actividades propias del proyecto.

Anexo 12. Memoria fotográfica

VIII.2. OTROS ANEXOS

Anexo 1. Acta constitutiva de la promovente Enestas, S.A. de C.V.

Anexo 2. RFC de la promovente Enestas, S.A. de C.V.

Anexo 3. Poder Notarial del Representante Legal

Anexo 4. Contrato de Comodato

VIII.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Abiótico. Aquello que no forma parte o no es producto de los seres vivos.

Agencia (ASEA): La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

Biótico. Organismos vivos que influyen la forma de un ecosistema.

Comodato. Contrato por el cual se da o recibe prestada una cosa de las que pueden usarse sin destruirse con la obligación de restituirla.

Criogénico. Conjunto de técnicas utilizadas para enfriar un material a la temperatura de ebullición del nitrógeno o a temperaturas aún más bajas.

Distribución. Actividad logística relacionada con la repartición, incluyendo el traslado, de un determinado volumen de Gas Natural o Petrolíferos desde una ubicación determinada hacia uno o varios destinos previamente asignados, para su Expendio al Público o consumo final.

Emisión. Liberación al ambiente de toda sustancia, en cualquiera de sus estados físicos, o cualquier tipo de energía, proveniente de una fuente.

Gas Natural. La mezcla de hidrocarburos compuesta primordialmente por metano.

Gas Natural Licuado (GNL). Gas natural en estado líquido bajo condiciones criogénicas.

Impacto ambiental. Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental residual. El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Isocontenedor o isotanque. Tipo de contenedor cisterna especial, ajustado a normas ISO, para el transporte criogénico de gases licuados.

Manifestación del impacto ambiental. El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

Medidas de prevención. Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.



**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con ERA
Terminal Remota de Suministro de Gas Natural en Mexicali, Baja California.**

Emisión: Junio-2021

Medidas de mitigación. Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Permisionario: Petróleos Mexicanos, cualquier otra empresa productiva del Estado o entidad paraestatal, o cualquier Particular que sea titular de un permiso para la realización de las actividades previstas en esta Ley.

Regasificación. Proceso por el cual el Gas Natural Licuado (GNL) se devuelve a su estado gaseoso original.

Semirremolque. Son vehículos sin motor, que van enganchados o acoplados sobre la 5ª rueda de una cabeza tractora reposando parte de su peso sobre la misma.

Estación satélite (Terminal Remota). Conjunto de instalaciones de almacenamiento y vaporización de GNL para suministrar gas natural a usuarios industriales, comerciales y residenciales. El GNL proviene de una planta de almacenamiento o producción de GNL, y posteriormente se transporta por vía terrestre mediante autotanques criogénicos hasta la Terminal remota.

Trasvase. Operación que consiste en pasar Hidrocarburos y/o Petrolíferos de un recipiente a otro, por medio de sistemas o equipos diseñados y especificados para tal fin.

Vaporizador. Equipo de transferencia de calor utilizado para cambiar el estado físico del gas natural de líquido a gaseoso. Este puede ser con fuente de calor ambiental o con fuente de calor propia.

Venteo. Dispositivos de alivio de presión, son empleados para diferentes recipientes o contenedores de productos que lleguen a contener gases o líquidos a presión altas a la presión atmosférica; esto con el fin de eliminar los posibles riesgos de rupturas y elevaciones excesivas de presión.

CONTENIDO

I.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	1
I.1.	Proyecto.....	1
II.	DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO.....	22
II.1.	Hojas de seguridad.....	24
II.2.	Guarda de Gas Natural Licuado.....	24
II.3.	Equipos de proceso y auxiliares.....	25
II.4.	Condiciones de Operación.....	28
II.5.	Relación de sustancias peligrosas manejadas.....	28
III.	DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO.....	30
III.1.	Ubicación de la instalación.....	30
III.2.	Entorno natural.....	30
III.3.	¿El sitio de la instalación de la planta, está ubicado en una zona susceptible a:.....	41
III.4.	Sí es de su conocimiento que existe un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área de las instalaciones, proporcione la información correspondiente.....	51
III.5.	Puntos importantes de interés cercanos a la instalación o proyecto en un radio de 500 metros....	52
III.6.	Medidas preventivas o programas de contingencias que se aplicarán, durante la operación normal de la instalación, para evitar deterioros del medio ambiente.....	54
IV.	SELECCIÓN DE METODOLOGÍAS.....	59
V.	ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS.....	61
V.1.	Antecedentes de incidentes y accidentes de proyectos e instalaciones similares.....	61
V.2.	Identificación de peligros.....	73
V.2.1.	Aplicación de Listas de Verificación.....	73
VI.	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS.....	75
VI.1.	Identificación de peligros y evaluación de riesgos.....	75
VII.	ANÁLISIS DE RIESGOS.....	88
VII.1.	Análisis detallado de consecuencias.....	88
VII.1.1.	Relación de escenarios de riesgo identificados.....	88
VII.1.2.	Modelos aplicados en la simulación de escenarios hipotéticos de pérdida de contención.....	89
VII.1.3.	Análisis de Vulnerabilidad e Interacción del riesgo.....	106
VII.2.	Análisis detallado de frecuencias y re-jerarquización de escenarios.....	110
VII.3.	Medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuenta o contará la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.....	110
VII.4.	Medidas preventivas.....	113

VIII. DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGO ADICIONALES PARA ESCENARIOS DE RIESGO NO TOLERABLES.....	116
IX. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.....	117
X. CONCLUSIONES.....	120
XI. RESUMEN EJECUTIVO.....	125
XII. ANEXOS.....	131

CONTENIDO DE TABLAS

- Tabla 1. Municipio, Localidad y Entidad Federativa donde se ubica la Estación.
- Tabla 2. Criterios de Diseño y Normatividad Aplicable a la Terminal Remota.
- Tabla 3. Descripción de la Región Ecológica 3.34 donde se ubicará el presente proyecto.
- Tabla 4. Estrategias correspondientes a la UAB 6 Desierto de Altar (Baja California).
- Tabla 5. Descripción de la Unidad de Gestión Ambiental 2 donde se ubica el presente proyecto.
- Tabla 6. Criterios de regulación ecológica de la UGA 2 del Ordenamiento Ecológico del estado de Baja California, aplicables al presente proyecto.
- Tabla 7. Modelo de Ordenamiento Ecológico aplicable al Valle de Mexicali.
- Tabla 8. Lineamientos aplicables al Valle de Mexicali.
- Tabla 9. Datos del tanque de guarda.
- Tabla 10. Datos de la unidad vaporizadora (vaporizador natural).
- Tabla 11. Descripción de componentes del lado criogénico.
- Tabla 12. Condiciones de Operación.
- Tabla 13. Sustancias manejadas
- Tabla 14. Tipo de vegetación terrestre ubicada en el municipio de Mexicali.
- Tabla 15. Niveles de pobreza municipal.
- Tabla 16. Indicadores de rezago e índice de rezago de los municipios de Baja California 2005.
- Tabla 17. Sismos Relevantes en la zona del proyecto.
- Tabla 18. Metodologías de acuerdo con la etapa de vida del proceso.
- Tabla 19. Aplicación de metodologías por nodo.
- Tabla 20. Integrantes del grupo multidisciplinario de análisis de riesgos.
- Tabla 21. Nodos analizados con la metodología ¿Qué pasa sí?
- Tabla 22. Criterios para analizar la frecuencia.
- Tabla 23. Criterios para analizar la consecuencia.
- Tabla 24. Matriz de nivel de riesgo.
- Tabla 25. Jerarquización de escenarios de accidentes potenciales.
- Tabla 26. Relación de escenarios hipotéticos de pérdida de contención.
- Tabla 27. Diámetros equivalentes de fuga.
- Tabla 28. Categorías de Estabilidad de Pasquill-Glifford.
- Tabla 29. Efectos generados por Radiación Térmica.
- Tabla 30. Efectos generados por ondas de sobrepresión.
- Tabla 31. Criterios de afectación por impulso.
- Tabla 32. Criterios de zonas de intervención.
- Tabla 33. Efectos generados por toxicidad.
- Tabla 34. Datos técnicos básicos alimentados para estimar los radios de afectación por pérdida de contención.
- Tabla 35. Resultados de radios y zonas de afectación.
- Tabla 36. Niveles de radiación, toxicidad y sobrepresión a las distancias de interés.
- Tabla 37. Análisis de vulnerabilidad e interacción de riesgo para los escenarios hipotéticos.
- Tabla 38. Inventario de sistemas y elementos de seguridad considerados en el diseño de la instalación
- Tabla 39. Tabla Criterios de Diseño y Normatividad Aplicable a la Terminal Remota.
- Tabla 40. Recomendaciones Técnico Operativas (RTO) y Recomendaciones Administrativas (RA).
- Tabla 41. Escenarios seleccionados para el análisis de consecuencias.
- Tabla 42. Recomendaciones Técnico Operativas (RTO) y Recomendaciones Administrativas (RA).

CONTENIDO DE FIGURAS

- Figura 1. Ubicación territorial del municipio de Mexicali en el Estado de Baja California.
- Figura 2. Localización del área de proyecto en la localidad.
- Figura 3. Ubicación y Colindancias de la Terminal Remota dentro del predio de la Planta del Cliente.
- Figura 4. Ubicación de los equipos.
- Figura 5. Arreglo General de Equipo.
- Figura 6. Ubicación del proyecto en la UAB 6 Desierto de Altar (Baja California).
- Figura 7. Diagrama Esquemático de Operación.
- Figura 8. Temperatura promedio registrada en el municipio de Mexicali, Baja California en los años de 1981 a 2010 (Fuente: CONAGUA).
- Figura 9. Datos de precipitación normal registrados en el municipio de Mexicali, Baja California en los años de 1981 a 2010.
- Figura 10. Regionalización sísmica de México. Fuente: Cenapred.
- Figura 11. Crecimiento de la población del municipio de Mexicali 1910-2010. Fuente: INEGI.
- Figura 12. Pirámide poblacional por edad y sexo. Fuente: INEGI.
- Figura 13. Regionalización Sísmica de la República Mexicana.
- Figura 14. Aceleraciones máximas del terreno natural del municipio de Ensenada
- Figura 15. Peligro de derrumbe y deslizamiento
- Figura 16. Flujos de lodo y escombros por lluvia
- Figura 17. Flujos de lodo y escombros por lluvia Peligro de hundimiento por sobreexplotación de acuíferos.
- Figura 18. Categorización del índice de peligro por tormenta eléctrica a nivel municipal.
- Figura 19. Heladas en México.
- Figura 20. Granizadas en México.
- Figura 21. Inundaciones.
- Figura 22. Grado de erosión.
- Figura 23. Batimetría de la República Mexicana.
- Figura 24. Grado de peligro por presencia de ciclones tropicales.
- Figura 25. Tasa de mortalidad por causas sujetas a vigilancia epidemiológica por entidad federativa, 2018.
- Figura 26. Ubicación de la Terminal Remota y puntos de interés en su entorno.
- Figura 27. Infraestructura en el entorno de la instalación.
- Figura 28. Distribución espacial de parques industriales a nivel estatal.
- Figura 29. Diagrama de bloques para el desarrollo del análisis de riesgo.
- Figura 30. Sustancias involucradas en emergencias químicas (2018).
- Figura 31. Emergencias químicas reportadas a la PROFEPA (2000-2018).
- Figura 32. Emergencias químicas reportadas a la PROFEPA (2000-2018) Tendencias.
- Figura 33. Estadística de tipos de accidentes.
- Figura 34. Estadística de accidentes por su origen.
- Figura 35. Estadística de tipos de accidentes por país.
- Figura 36. Estadística de tipos de accidentes por sustancias involucradas.
- Figura 37. Estadística de tipos de accidentes por su origen/actividad.
- Figura 38. Estadística de tipos de accidentes por su origen en plantas de proceso.
- Figura 39. Estadística de tipos de accidentes en transporte.
- Figura 40. Estadística de tipos de accidentes en plantas de almacenamiento.
- Figura 41. Estadística de tipos de accidentes. Carga y descarga.
- Figura 42. Causas de los accidentes.

Figura 43. Causas específicas externas de los accidentes.

Figura 44. Causas específicas de accidentes por factores humanos.

Figura 45. Principio ALARP.

Figura 46. Sobrepresión e impulso.

Figura 47. Posición frente a la onda de choque.

Figura 48. Representación conjunta de los valores límite de sobrepresión e impulso más significativas para humanos.

Figura 49. Representación conjunta de los valores límite de sobrepresión e impulso establecidos para edificaciones.

Figura 50. Zonas de Inflamabilidad para los escenarios propuestos 01 y 02.

CONTENIDO DE ANEXOS

Anexo 1. Hoja de Datos de Seguridad (HDS) del Gas Natural Licuado (GNL)

Anexo 2. Diagrama de tubería e instrumentación, planos isométricos, planos mecánicos, diagrama de flujo de proceso

Anexo 3. Resultados de la Aplicación de Listas de Verificación

Anexo 4. Aplicación de la metodología ¿Qué pasa si?

Anexo 5. Resultados de la Simulación de Escenarios de Riesgo

Anexo 6. Datos de especificación de Escenarios de Riesgo

Anexo 7. Radios de afectación estimados

Anexo 8. Informe Técnico

Anexo 9. Anexo Fotográfico

I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

I.1. Proyecto.

El Proyecto de la Terminal Remota consiste en la instalación, operación y mantenimiento de una Terminal Remota¹, en la que se realizará la guarda, regasificación de Gas Natural Licuado (GNL), odorización y la entrega de gas natural en estado gaseoso por parte de Enestas S.A. de C.V. al Usuario Final² (Cliente), en sus instalaciones en Mexicali, Baja California. La Terminal consta principalmente de los siguientes equipos y accesorios, estimándose un tiempo de vida útil de 20 y máximo 25 años:

- Un tanque criogénico (tanque de guarda) horizontal estacionario montado sobre ruedas, con una capacidad nominal de 44 m³ (medido como capacidad en litros de agua a 20°C).
- Un vaporizador natural, con una capacidad de 20,000 SCFH, es decir 566.34 m³/h.
- Un vaporizador natural auxiliar (de sistema economizador), de 2,000 SCFH, con capacidad de 120 m³/h.
- Un tanque estacionario para odorización de Gas Natural en estado gaseoso, con una capacidad nominal de 180 litros (medido como capacidad en litros de agua a 20°C).
- Una sección de regulación de presión (manifold).
- Un medidor de flujo.

Tanque de guarda

Tanque contenedor criogénico horizontal ACT, modelo UNT75 para guarda de Gas Natural Líquido (GNL), de 40' ISO. Presión de Trabajo Máxima Admisible (MAWP): 7.93 BARG/115 PSI, a prueba de impactos, transportable, peso máximo bruto de 34,000 KG, 74,954.16 LB, (TARE 12,065 Kg, 26,598.77 lb), capacidad nominal de 44,000 l (44 m³), medido como capacidad en litros de agua a 20°C.

Vaporizador natural (regasificador)

Vaporizador CRYOQUIP, temperatura de diseño de -320°F a 150°F (-196°C A 66°C), máxima presión permisible de trabajo de 450 PSIG (31 BARG), presión de prueba no destructiva (neumática) de 495 PSIG (34 BARG), peso aproximado de la unidad de 1,800 lbs (816 Kg), con una capacidad de 20,000 SCFH (566.34 m³/h) modelo HAI-848-F.

Vaporizador natural Auxiliar (Sistema Economizador)

Vaporizador RIME 2000 SCFH, presión máxima de trabajo de 250 PSIG (17.23 BARG), capacidad de 120 m³/h, modelo 06 ZIBAC 10.

¹ Terminal Remota en términos de lo establecido en el numeral 119.2.1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SECRE-2012.

² Usuario Final en términos de lo establecido en el Artículo 2, fracción XXIII del Reglamento de las actividades a que se refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos.

Tanque estacionario (Sistema de Odorización)

Tanque estacionario CYTSA, presión de diseño 250 PSI (17.58 kgf/cm²), temperatura de diseño 125 °F (51.6 °C), presión de prueba hidrostática 325 PSI (22.85 kgf/cm²), servicio no corrosivo, capacidad nominal de agua 180 litros

Tanque de recarga de capacidad variable.

El tanque de recarga es de características similares a la del tanque de guarda, cuenta con tanque contenedor criogénico horizontal para guarda de Gas Natural Líquido (GNL), Capacidad Máxima 41.63 m³ (11,000 USG), a prueba de impactos, transportable. Este tanque no es parte de la Terminal. Es transportado en un tractocamión al sitio cada vez que se realiza el trasiego al tanque de guarda y se retira al término de la recarga.

Estación de regulación de presión

Es una instalación destinada a reducir y controlar la presión del gas natural a una presión determinada por el Cliente. Consta de tres ramas, dos de regulación de presión y una válvula de paso libre (By Pass).

Cada una de las ramas de regulación de presión constará de dos válvulas de corte y el regulador de presión. Todos los componentes de manifold serán fabricados en acero inoxidable.

Sistema de Elevo de Presión (PBU)

Cuando hay consumo, la presión de servicio del depósito tiende a descender.

Para recuperar la presión de trabajo, el recipiente incorpora un regulador de presión que permite el paso de una pequeña cantidad de líquido a través del serpentín de elevación de presión que, al gasificarse, restablece la presión a la que ha sido regulado el recipiente interior.

Sistema de Medición de Flujo

Para el conteo de la cantidad de gas natural entregada al cliente se instalará un medidor de flujo. El dispositivo de medición de flujo será dimensionado de acuerdo con los consumos del cliente y sus equipos.

Ubicación

La Terminal Remota se ubicará en terrenos que ocupa la Planta del Cliente en una superficie en comodato de 500 m², de los cuales 33.601 m² corresponden a la ocupación de un tanque de guarda, un vaporizador natural de operación, un vaporizador natural auxiliar y un tanque estacionario para odorización. Eventualmente se ocupará una superficie aproximada de 90 m², a un costado del tanque de guarda, donde se estacionará el Isotanque que es ocupado para las actividades de recarga del Gas Natural Licuado.

La Terminal Remota se ubicará en la cercanía de la carretera Mexicali – San Felipe, en el interior del predio propiedad del cliente.

La Planta del Cliente se ubica en la Entidad Federativa de Baja California en el Municipio de Mexicali, teniendo como dirección la siguiente:

Tabla 1. Municipio, Localidad y Entidad Federativa donde se ubica la Estación.

No. de AGEE	Clave AGEM	Entidad Federativa	Clave Localidad Geoestadística	Municipio o Delegación	Localidad
02	002	Baja California	3228	Mexicali	Colonia Cuatro Cerro Prieto

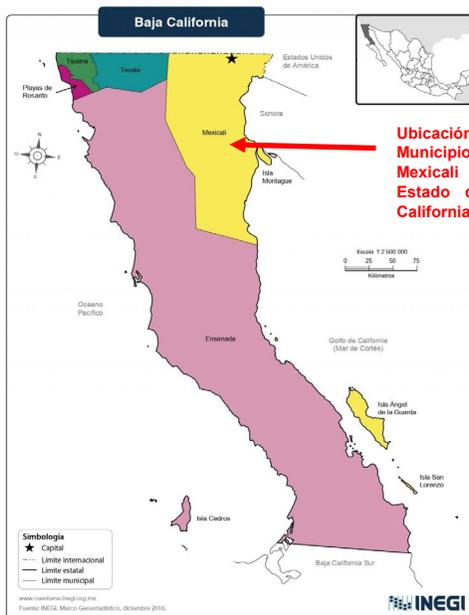
Fuente: Elaboración propia con información del Catálogo Único de Claves de Áreas Geoestadísticas Estatales, Municipales y Localidades, INEGI (Dic 2020), consultado en: <https://www.inegi.org.mx/app/ageem/>

Las coordenadas geográficas del área en comodato donde se pretende ubicar la Terminal son las siguientes:

Latitud: [REDACTED]
Longitud: [REDACTED]

COORDENADAS DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA) ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura 1. Ubicación territorial del municipio de Mexicali en el Estado de Baja California.



El proyecto se ubicará dentro del municipio de Mexicali en el estado de Baja California.

El municipio de Mexicali se localiza en la porción noroeste del estado de Baja California, entre las coordenadas 30° 51' y 32° 44' de latitud norte y las coordenadas 114° 43' y 115° 41' de longitud oeste; colindando al norte con el estado de California (E.U.A.), al noreste con los estados de Arizona (E.U.A.) y Sonora; al este con el Golfo de California; al sur con el municipio de Ensenada y al oeste con los municipios de Tecate y Ensenada, Baja California. El municipio de Mexicali representa aproximadamente 20% de la superficie del estado de Baja California con una superficie aproximada de 13,000 km², en donde se distribuyen, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda de INEGI (2010), 1650 localidades -en su

mayoría (98.8%) rurales- tres de ellas son localidades urbanas: La ciudad de Mexicali, capital del estado de Baja California, colindando con el estado de California; el poblado Guadalupe Victoria en el valle de Mexicali y San Felipe en la parte sureste del territorio como puerto de cabotaje.

En la figura siguiente se muestra la localización del área del proyecto en la localidad.

Figura 2. Localización del área de proyecto en la localidad.



La Terminal se localizará en las instalaciones del Cliente en la localidad de Cerro Prieto. La principal vialidad para acceder al área es la Carretera Mexicali-San Felipe.

La ubicación de la Terminal Remota dentro del predio del cliente, así como sus colindancias se muestra en la **Figura 3**.

Figura 3. Ubicación y Colindancias de la Terminal Remota dentro del predio de la Planta del Cliente.



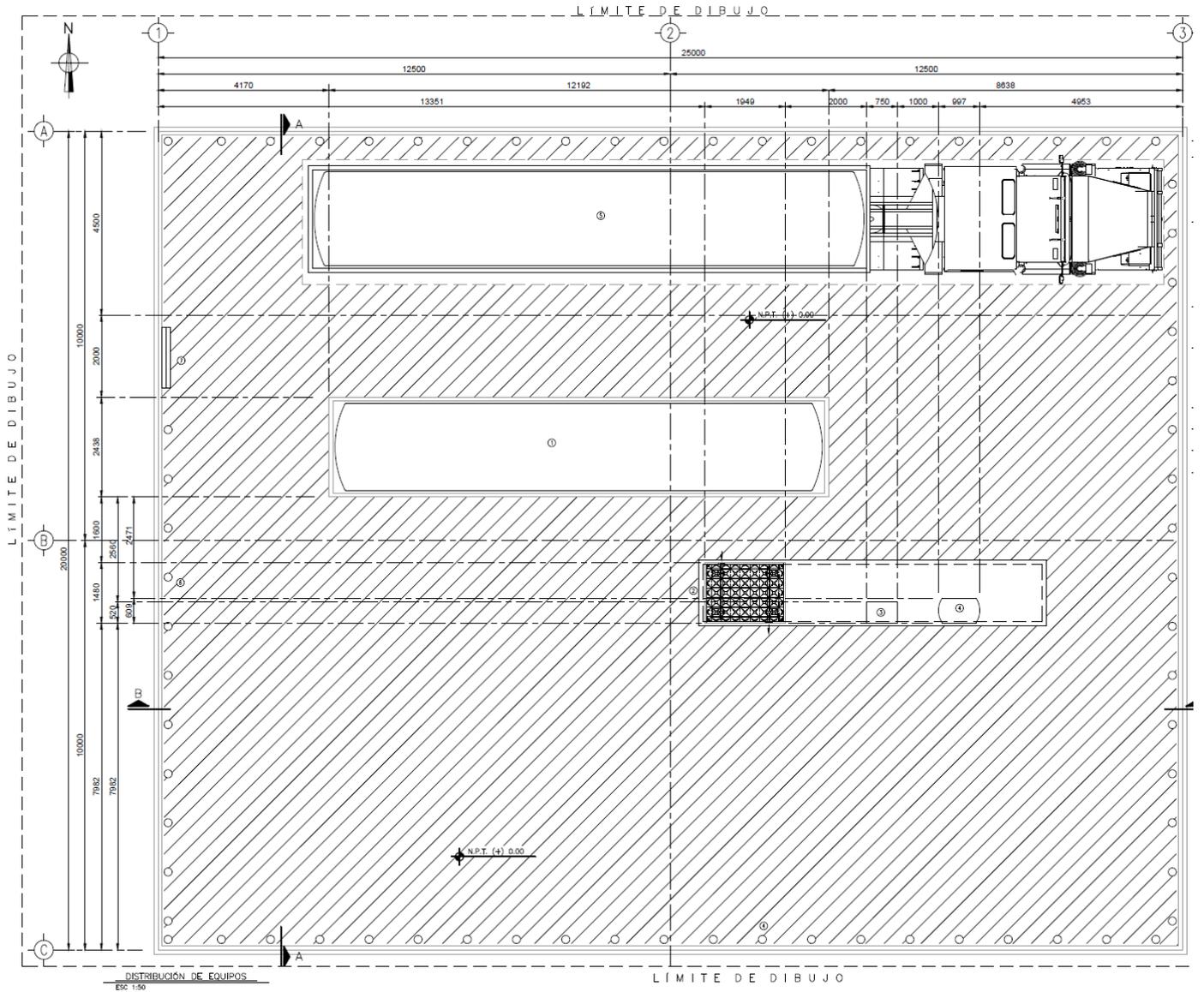
La ubicación y distribución de los equipos dentro de la superficie en comodato se muestra en la **Figura 4**.

Figura 4. Ubicación de los equipos.



El plano de arreglo general de equipo se incluye en la **Figura 5**.

Figura 5. Arreglo General de Equipo.



En la **Tabla 2**, se presentan las normas aplicables a la instalación de la Terminal Remota.

Tabla 2. Criterios de Diseño y Normatividad Aplicable a la Terminal Remota.

Concepto	Normas de referencia	Dependencia
Especificaciones del gas natural, publicadas en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 19 de marzo de 2010.	NOM-001-SECRE-2010	NOM-SECRE (ASEA)
Requisitos de seguridad para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de terminales de almacenamiento de gas natural licuado que incluyen sistemas, equipos e instalaciones de recepción, conducción, vaporización y entrega de gas natural	NOM0-013-SECRE-2012	ASEA
National Fire Protection Association	NFPA 59A	NFPA
Instalaciones eléctricas (utilización), publicadas en el DOF el 29 de noviembre de 2012.	NOM-001-SEDE-2012	NOM-SEDE
Señales y avisos para protección civil.- Colores, formas y símbolos a utilizar, publicada en el DOF el 23 de diciembre de 2011.	NOM-003-SEGOB-2011	NOM-SEGOB
Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciónes de seguridad, publicada en el DOF el 24 de noviembre de 2008.	NOM-001-STPS-2008	NOM-STPS
Condiciones de seguridad, prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo, publicada en el DOF el 9 de diciembre de 2010.	NOM-002-STPS-2010	NOM-STPS
Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo, publicada en el DOF el 31 de mayo de 1999.	NOM-004-STPS-1999	NOM-STPS
Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, publicada en el DOF el 2 de febrero de 1999.	NOM-005-STPS-1998	NOM-STPS
Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo, publicada en el DOF el 9 de octubre de 2015.	NOM-018-STPS-2015	NOM-STPS
Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas-Funcionamiento-Condiciónes de seguridad, publicada en el DOF el 27 de diciembre de 2011.	NOM-020-STPS-2011	NOM-STPS
Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías, publicada en el DOF el 25 de noviembre de 2008.	NOM-026-STPS-2008	NOM-STPS

Concepto	Normas de referencia	Dependencia
Sistema general de unidades de medida, publicada en el DOF el 27 de noviembre de 2002.	NOM-008-SCFI-2002	NOM-SCFI
Process Piping	ASME B31.3	ASME
Tanques de guarda	Tanque interno ASME SA-240 304 Tanque Externo S235JR EN 10025 being carbon steel ASME Sec. VIII, Div. 1; ASME B 31.3 USDOT SPECIFICATION MC-338 COMPRESSED GAS ASSOCIATION (CGA) 341 NFPA 59A NFPA 385 NFPA 70	ASME NFPA CGA US DOT

Descripción de accesos (marítimos, terrestres y/o aéreos)

El acceso a la Terminal Remota es básicamente por carretera. La segunda carretera en importancia es la Carretera Federal 5 (Mexicali – San Felipe), ésta enlaza la ciudad de Mexicali con el puerto de San Felipe y tiene por tanto un sentido norte-sur, es una autopista de cuatro carriles desde Mexicali hasta la población de El Faro y desde ahí hasta San Felipe es una carretera de un solo cuerpo de dos carriles. Después de San Felipe la carretera continúa hacia otras comunidades costeras más pequeñas del sur de la península. En el extremo norte en Mexicali, la carretera llega a la garita fronteriza con Estados Unidos, convirtiéndose en la ciudad de Caléxico, en la Ruta 111 de California. La principal vialidad para acceder al área es la Carretera Mexicali – San Felipe.

Autorizaciones con las que cuenta la Instalación.

El predio donde se ubicará la Terminal Remota no es propiedad de Enestas S.A. de C.V., se cuenta con contrato con el Cliente donde se entrega en comodato una superficie de 500 m², en la cual única y exclusivamente se usará para el suministro de gas natural. Por esta razón, Enestas no requerirá tramitar permiso de uso de suelo.

Así mismo, es importante mencionar que para la instalación de la Terminal Remota, no se realizará algún tipo de actividad de “preparación del sitio” tales como: cambio de uso de suelo, apertura de caminos de acceso, construcción, uso de maquinaria y equipo de trabajo, etc.; ni se realizará construcción alguna, ya que el Cliente otorga en comodato el lugar donde se instalará la Terminal Remota, el cual se debe entregar previamente preparado para la colocación de los equipos, por lo que no se requerirá un permiso de construcción.

Integración a Programas de Desarrollo

Es importante mencionar que las actividades de la Terminal Remota, se encuentran contempladas o permitidas en los Programas de Desarrollo Urbano municipal, estatal o nacional. A continuación, se presenta una breve descripción al respecto.

Para la realización de este apartado se emplearon fuentes de información de los diferentes instrumentos de planeación en los ámbitos federal, estatal y municipal y que además tienen incidencia en el área donde se ubica la Terminal Remota.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT).

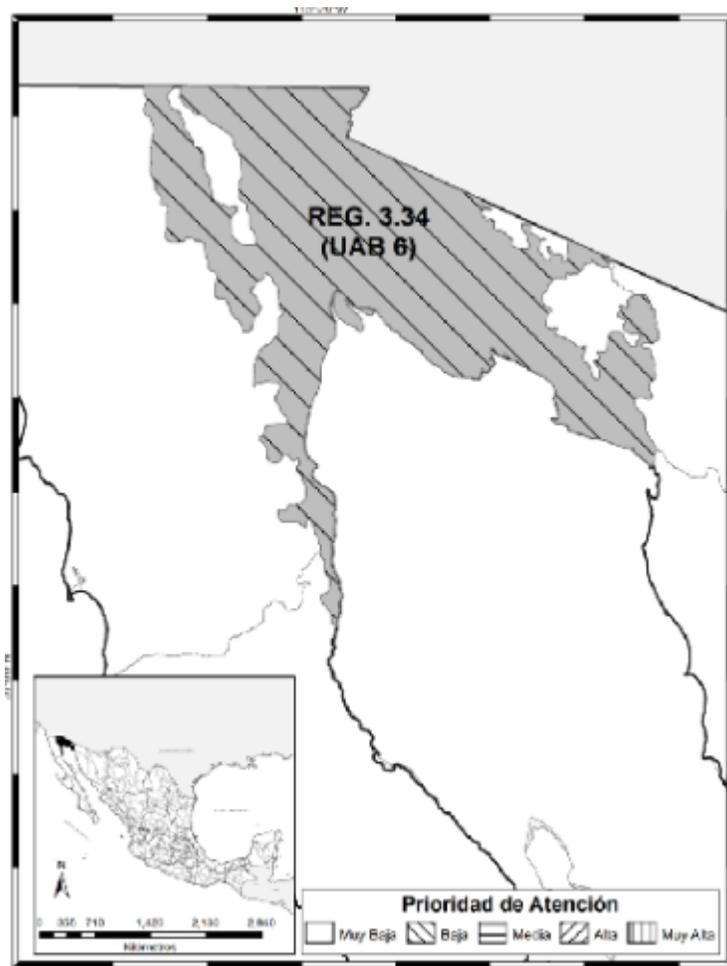
El Ordenamiento Ecológico es el “Instrumento de Política Ambiental cuyo objetivo es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de éstos” (LGEEPA, 1988).

El sitio seleccionado para la realización del proyecto se encuentra ubicado dentro de la REGIÓN ECOLÓGICA: 3.34, a la cual le aplican los lineamientos que se muestran a continuación.

Tabla 3. Descripción de la Región Ecológica 3.34 donde se ubicará el presente proyecto.

Unidad Ambiental Biofísica (UAB)	6. Desierto de Altar (Baja California)
Prioridad de atención	Baja
Estado actual del medio ambiente 2008	Estable a Medianamente estable. Conflicto Sectorial Nulo. La mitad encuentra ocupada por ANP's. Baja degradación de los Suelos. Media degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es Baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km ²): Baja. El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación y Areas desprovistas de vegetación. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 7.1. Muy baja marginación social. Muy alto índice medio de educación. Medio índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola altamente tecnificada. Baja importancia de la actividad minera. Media importancia de la actividad ganadera.
Escenario al 2033	Inestable
Política Ambiental	Preservación, Protección y Aprovechamiento Sustentable
Rectores del desarrollo	Turismo
Coadyuvantes del desarrollo	Forestal
Asociados del desarrollo	Preservación de Flora y Fauna
Estrategias sectoriales	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 21, 22, 23, 28, 29, 31, 33, 36, 37, 42, 44

Figura 6. Ubicación del proyecto en la UAB 6 Desierto de Altar (Baja California).



En la siguiente tabla se presentan las estrategias pertenecientes a la Unidad Ambiental Biofísica de Desierto de Altar:

Tabla 4. Estrategias correspondientes a la UAB 6 Desierto de Altar (Baja California).

Estrategias		Vinculación
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio		
A) Preservación	1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.	El proyecto no involucra la conservación <i>in situ</i> de ecosistemas y no afectará a la biodiversidad de la región.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	El presente proyecto no afectará a especies en riesgo debido a que se desarrollará en un área ya impactada.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	No se afectará a la biodiversidad de la región para la implementación del proyecto.

Estrategias	Vinculación	
B) Aprovechamiento sustentable.	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	No se utilizarán recursos naturales para el desarrollo del presente proyecto.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No se utilizarán recursos forestales para el desarrollo del presente proyecto.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	Esta estrategia no aplica debido a las características del proyecto.
C) Protección de los recursos naturales.	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	No se afectarán acuíferos o cuencas de agua para el desarrollo del proyecto.
	10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	El presente proyecto no involucra la utilización de agua como insumo principal o materia prima,
	12. Protección de los ecosistemas.	Debido a que el proyecto se encontrará en un área ya impactada no se afectará al ecosistema de la región.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	El presente proyecto no está relacionada con agroquímicos, por lo cual no serán utilizados durante las etapas de desarrollo, operación y mantenimiento del mismo.
	D) Restauración	14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	Esta estrategia no aplica debido a las características del proyecto.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	El presente proyecto no está relacionado ni involucra actividades mineras.
	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	El presente proyecto no está relacionado con el sector turístico.
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	El presente proyecto no está relacionado con el sector turístico.
	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista)–beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	El presente proyecto no está relacionado con el sector turístico.

Estrategias		Vinculación
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
C) Agua y saneamiento	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	Esta estrategia no aplica debido a el proyecto no requerirá del consumo de agua para su ejecución, esto debido a que no necesita agua como insumo o materia prima.
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	El presente proyecto no implica el consumo de agua, debido a que no requiere agua como materia prima o insumo.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional.	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	Esta estrategia no aplica debido a las características y objetivos del proyecto.
E) Desarrollo Social.	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	Esta estrategia no aplica debido a que no está relacionada con la naturaleza del proyecto.
	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	Esta estrategia no aplica debido a la naturaleza del proyecto.
	37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas	Esta estrategia no aplica debido a la naturaleza del proyecto.
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	Esta estrategia no aplica debido a la naturaleza del proyecto.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	Esta estrategia no aplica debido a la naturaleza del proyecto.

Estrategias		Vinculación
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco Jurídico.	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Debido a que el presente proyecto se desarrollará en un área perteneciente a las instalaciones del cliente, no se afectarán los derechos de las propiedades rurales.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial.	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	Esta estrategia no aplica debido a la naturaleza del proyecto.

De la revisión de la ficha técnica que corresponde a la Unidad Ambiental Biofísica número 6: Desierto de Altar, se concluye que no existen restricciones para el desarrollo del presente proyecto. Asimismo, es necesario resaltar que el área seleccionada para el desarrollo del proyecto se encuentra ubicada en una zona que ha sido previamente impactada y, en la zona no se encuentran especies que puedan considerarse en riesgo y el área no presenta riqueza en biodiversidad animal o vegetal como para ser considerada zona que requiere ser preservada.

ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA

El estado de Baja California se caracteriza por una fuerte variación espacial de las condiciones climatológicas, fisiográficas y edafológicas que se acompaña de un alto valor paisajístico. La fisiografía accidentada actúa como una barrera natural para la comunicación terrestre y el desarrollo territorial que integre, de manera homogénea, las actividades económicas y sociales, bajo la perspectiva que da el aprovechamiento sostenido de los recursos naturales con el propósito de disminuir los costos ambientales tanto local como regionalmente.

Tabla 5. Descripción de la Unidad de Gestión Ambiental 2 donde se ubica el presente proyecto.

UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL	UGA 2 URBANO
	
Política Ambiental	Aprovechamiento sustentable con consolidación
Uso estratégico y/o actual	Urbano
Usos compatibles	Turismo, suburbano, agrícola
Lineamientos ecológicos y/o metas	
	<ul style="list-style-type: none"> Se aprovecha al máximo el espacio desarrollado y los recursos naturales disponibles con criterios de sustentabilidad y adaptación al cambio climático. Se crece con apego y vigilancia a los instrumentos de planeación. Se adoptan criterios de sustentabilidad urbana con base en la LGEEPA, buscando la disminución de la huella ambiental de los asentamientos humanos. Las zonas urbanas evitan crecer a expensas del territorio agrícola productivo, tampoco sobre áreas expuestas a riesgos naturales ni antropogénicos
Criterios de regulación ecológica	U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7, U8, U9, U10
Observaciones particulares:	<p>Superficie de la UGA: 679,658.649 ha. Cobertura vegetal: MATORRAL XEROFILO, AGRICOLA-PECUARIA-FORESTAL, BOSQUE DE CONÍFERAS. Área prioritaria: Región Terrestre Prioritaria: Sierra de Juárez, delta del Colorado, San Thelmo-San Quintín, Santa María el Descanso. UMA: Unidad de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (Conservación, Manejo y Aprovechamiento cinegético).</p>

	<p>Riesgo: bajo, medio, alto. Conflicto ambiental: medio alto, muy alto. Otros: llanuras, mesetas y lomeríos</p>
--	--

A continuación, se presenta la vinculación de los criterios de regulación ecológicas aplicables a la unidad ecológica en la que se ubica el proyecto:

Tabla 6. Criterios de regulación ecológica de la UGA 2 del Ordenamiento Ecológico del estado de Baja California, aplicables al presente proyecto.

Criterio de regulación ecológica	Motivación	Vinculación con el proyecto
1. El desarrollo de áreas urbanas se realizará de acuerdo a las leyes y reglamentos vigentes en materia ambiental.	El crecimiento desmedido en áreas urbanas se da en muchas ocasiones sin contar con las autorizaciones correspondientes, por lo que se pretende se realice con apego a la normativa ambiental vigente	El proyecto no estará enfocado en el desarrollo de las áreas urbanas.
2. Para la creación o ampliación de centros de población se requerirá de la presentación de una manifestación de impacto ambiental, que será evaluada por la autoridad estatal competente.	Se pretende que los centros de población tengan una evaluación de impacto ambiental que permita identificar los impactos que se provocarían con la presencia de estos.	El presente proyecto no se enfoca en la ampliación o creación de centros de población.
3. No se autorizarán construcciones en terrenos cuya ubicación, uso o destino corresponda a zonas prohibidas a dichos usos.	Existen muchas edificaciones que se encuentran en zonas prohibidas o restringidas.	El terreno donde se pretende ubicar el presente proyecto no corresponde a una zona prohibida.
4. Las áreas urbanas contarán con zonas de amortiguamiento para evitar el crecimiento urbano hacia zonas agrícolas, ganaderas y forestales altamente productivas, zonas de recarga de acuíferos, áreas protegidas y áreas de importancia ecológica, las cuales se establecerán en los programas de desarrollo urbano de los centros de población. Para estas áreas se propone una distancia mínima de 200 m.	La importancia de las zonas de amortiguamiento radica en que brinda protección, prevención y control de las actividades productivas que se desarrollan en las áreas urbanas.	El proyecto no está enfocado en la creación de zonas urbanas.
5. Se definirá una zona de amortiguamiento entre la línea de costa con referencia al nivel medio del mar, y la línea base para la construcción de infraestructura. Para la determinación de dicha franja se deberá de considerar, además de los criterios establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo Urbano, las características del litoral. Se propone que para las zonas expuestas a riesgo, tales como tsunamis (maremotos), oleaje de tormenta y erosión, la distancia sea de 30 m adicionales a los 20 m de la franja costera de resguardo o	La importancia de las zonas de amortiguamiento radica en que brinda protección, prevención y control de eventos naturales.	El presente proyecto no se encuentra ubicado en una zona costera.

Criterio de regulación ecológica	Motivación	Vinculación con el proyecto
hasta la cota de 4 msnm.		
6. No se permite la ubicación de zonas habitacionales dentro de las áreas destinadas a uso industrial y en áreas próximas a las mismas o dentro de los conos de dispersión de emisiones contaminantes.	La competencia de los asentamientos humanos por terrenos de vivienda ocasiona en muchas de las ocasiones se instalen en zonas industriales, lo que conlleva a problemas de salud pública.	El proyecto no se trata de la construcción de zonas habitacionales.
7. No se permite la ubicación de industrias en zonas habitacionales o viceversa	La competencia de los asentamientos humanos por terrenos de vivienda ocasiona en muchas de las ocasiones se instalen en zonas industriales, lo que conlleva a problemas de salud pública.	El presente proyecto no se ubicará en zonas habitacionales.
8. En los planes y programas de desarrollo urbano se deberán establecer áreas de preservación ecológica en zonas circunvecinas a los asentamientos humanos y se implementará el uso de senderos interpretativos y zonas específicas para la observación de la flora y fauna.	La importancia de contar con espacios verdes permite a la población concientizarse sobre el medio ambiente y la educación ambiental.	Este lineamiento no aplica a al proyecto debido a su naturaleza.
9. La rectificación de cauces deberá hacerse preferentemente con los métodos de canalización o consolidación de bordos (evitando el entubamiento), para no afectar el microclima.	Las obras de rectificación de cauces deberán realizarse con énfasis a la protección ambiental.	El proyecto no implica la rectificación de ningún cauce.
10. Para la realización de obras que interfieran en los corredores biológicos se requerirá una manifestación de impacto ambiental, la cual será evaluada por la autoridad correspondiente	Con el fin de no afectar los corredores biológicos, las obras que se realicen en ellas deberán contar con la autorización correspondiente	El proyecto no afectará corredores biológicos.

El proyecto es compatible con los criterios de la UGA ya que no se consumirá recursos naturales propios de la zona ni se plantea realizar un cambio de uso de suelo además de que no se contempla el cambio de cauces naturales ni implica la afectación de áreas urbanas. Además, las especies originarias de la región no se ponen en riesgo debido a la magnitud del proyecto ya que este se pretende desarrollar dentro de las instalaciones del cliente y la superficie en comodato ya se encuentra impactada.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL MUNICIPIO DE MEXICALI, B.C.

Para la elaboración del Programa de Ordenamiento Ecológico se tuvo como marco de referencia el Plan de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California.

Uno de los problemas ambientales que enfrenta el municipio de Mexicali es la contaminación atmosférica, la cual se atribuye a las emisiones del gran parque vehicular y a las emisiones provenientes de las actividades industriales (calderas industriales) y de las ladrilleras.

Para el Valle de Mexicali el Modelo de Ordenamiento Ecológico aplicable es el que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 7. Modelo de Ordenamiento Ecológico aplicable al Valle de Mexicali.

UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL	POLÍTICA GENERAL	POLÍTICAS PARTICULARES
Valle de Mexicali	Aprovechamiento con impulso	-Aprovechamiento con regulación. -Aprovechamiento con consolidación.

Los lineamientos aplicables para la Unidad de Gestión Ambiental son los que se muestran a continuación.

Tabla 8. Lineamientos aplicables al Valle de Mexicali.

LINEAMIENTOS	VINCULACIÓN
Vigilar que toda actividad económica cuente con los permisos en materia ambiental de las autoridades competentes.	El presente proyecto cumple con este lineamiento al presentar para su evaluación la presente Manifestación de Impacto Ambiental.
Instalar las industrias con las características y las distancias a los centros de población tales que los impactos ambientales y riesgo que producen puedan ser mitigados.	Con las medidas de mitigación propuestas más adelante pretenden mitigar y prevenir los impactos que puedan derivarse de la implementación del proyecto.
Buscar combustibles alternativos que permitan disminuir la contaminación provocada por la actividad ladrillera.	La finalidad del Proyecto consiste en la instalación de una terminal remota de Gas Natural, el cual es un combustible que genera emisiones menos contaminantes en comparación con otros.
Vigilar que toda actividad industrial cuente con un plan de contingencia ambiental.	El presente proyecto cumplirá con las obligaciones que deriven de los permisos y autorizaciones que obtenga para la operación del mismo.
Aprovechar los recursos naturales mediante programas de manejo específicos de conformidad con los lineamientos de la autoridad federal correspondiente.	El presente proyecto no requerirá de la utilización de recursos naturales.
Promover alicientes a los agricultores a mantener las tierras bajo cultivo cuando no estén en uso para evitar la erosión del suelo y la contaminación del aire.	El presente proyecto no está vinculado a actividades de agricultura ya que consiste en la instalación y operación de una Terminal Remota para el suministro de Gas Natural.
Aplicar programas de reforestación en los cuales se deberán utilizar vegetación adecuada para las características de la zona.	El presente proyecto no está vinculado con actividades de reforestación.
Restringir el desarrollo de actividades en lugares donde exista peligro de afectar los cuerpos de agua subterráneos.	El proyecto no se encuentra ubicado cerca de la presencia de cuerpos de agua subterráneos.
Desarrollar programas de difusión y educación ambiental para el manejo adecuado de los recursos.	El presente proyecto no requerirá de la utilización de recursos.
Limitar las descargas o infiltraciones de aguas residuales en los suelos. Para llevar a cabo estas actividades deberá contar con el permiso de la Autoridad correspondiente.	De la operación del presente proyecto no se derivarán aguas residuales.
Apoyar programas para la reutilización de aguas tratadas para el riego de parques y jardines.	De la operación del presente proyecto no se derivarán aguas residuales ya que no requiere agua como insumo.
Restringir las actividades productivas en las que se favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características naturales del suelo.	El proyecto no está relacionado con la modificación de las características naturales del suelo.
Permitir la quema vegetal para zonas agrícolas y	El proyecto no implica llevar a cabo actividades

LINEAMIENTOS	VINCULACIÓN
pecuarias bajo los lineamientos que dicten las autoridades correspondientes.	agrícolas.
Evitar abrir sitios de extracción de materiales pétreos si estos no cuentan con un estudio de vocación e impacto ambiental.	El proyecto no está relacionado con la extracción de materiales pétreos.
Mejorar el manejo y disposición adecuado a las excretas en los establecimientos de producción ganadera, de tal manera que se minimicen olores y se evite contaminar el suelo y los mantos freáticos.	El proyecto no está relacionado con la producción ganadera, ya que se trata de la instalación y operación de una terminal remota para el suministro de gas natural.
Utilizar la flora nativa de la zona específica, a fin de proteger e impulsar el desarrollo de los ecosistemas naturales.	El proyecto no implica la utilización de flora nativa de la zona.

De la vinculación del presente proyecto con el Programa de Ordenamiento Ecológico del municipio de Mexicali, B.C. se puede concluir que la implementación del Proyecto no interfiere con los lineamientos establecidos en el Programa ya que para su implementación y desarrollo no se llevará a cabo la extracción de materiales pétreos, además de que no se llevará a cabo la quema de vegetación para su implementación. El presente proyecto además se alinea con el Programa ya que la utilización de Gas Natural como combustible en comparación con otros combustibles genera menor impacto debido a las emisiones atmosféricas, además, para la implementación del proyecto el promovente presenta la Manifestación de Impacto Ambiental.

PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO DEL MUNICIPIO DE MEXICALI, B.C. 2020-2021.

El Objetivo ambiental del Plan Municipal de Desarrollo del Municipio de Mexicali está enfocado en contribuir a tener un medio ambiente sano con enfoque de sostenibilidad, que impulse la capacidad de adaptación y mitigación del cambio climático mediante la implementación de los instrumentos de planeación del territorio y programas de preservación ambiental.

La estrategia 1.2 Calidad del aire indica que se debe de contribuir a la adaptación y mitigación del cambio climático mediante programas y acciones que permitan mejorar la calidad del aire. Lo anterior mediante el monitoreo de la calidad del aire, así como de la consolidación de políticas públicas en materia de conservación, protección y restauración de los recursos naturales.

El presente proyecto se encuentra vinculado de manera especial a esta estrategia puesto que la utilización de gas natural en procesos productivos permite eficientizar los procesos además de que la utilización de gas natural como combustible fomenta la mitigación del cambio climático.

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA)

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) es reglamentaria de las disposiciones constitucionales en lo relativo a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección del ambiente en el territorio nacional y en las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable.

El presente proyecto se someterá al procedimiento de evaluación del impacto ambiental de acuerdo con el artículo 28 de esa Ley, debido a que se trata de una planta de distribución y regasificación de gas natural licuado (GNL) e implica actividades altamente riesgosas. Dicho artículo establece lo siguiente.

“La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;”

Asimismo, en el artículo 30 se establece que:

“Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente”.

En cumplimiento a dicha disposición, mi representada somete a evaluación la presente Manifestación de Impacto Ambiental con Estudio de Riesgo.

Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto ambiental

Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto, se requerirá previamente de la autorización de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) en materia de impacto ambiental, conforme a lo establecido en el artículo 5° de este Reglamento, inciso D) Actividades del sector hidrocarburos, fracción VII. Construcción y operación de instalaciones para el procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como de instalaciones para el transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de gas natural.

En cumplimiento a lo dispuesto en el artículo antes mencionado, mi representada que pretende realizar actividades de guarda y regasificación de gas natural licuado, somete a su evaluación la presente manifestación de impacto ambiental con actividades altamente riesgosas, ante esa Agencia, para ser evaluadas para su realización.

Cabe mencionar que, de acuerdo con el Análisis obtenido en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el sitio donde se pretende desarrollar el proyecto no presenta influencia con cuerpos de agua ni Áreas Naturales Protegidas de carácter federal, estatal o municipal; así como tampoco forma parte de Regiones Hidrológicas Prioritarias, Regiones Marinas Prioritarias, Regiones Terrestres Prioritarias, áreas de importancia para la conservación de aves y sitios Ramsar..

Vías de acceso.

Como se mencionó la vía de acceso a la Terminal Remota es la Carretera Mexicali – San Felipe y las vialidades internas de la planta del cliente.

Agua Potable.

El proyecto no requiere servicio de agua potable.

Drenaje.

El proyecto no requiere servicio de drenaje.

Energía Eléctrica.

En caso de requerirse, el suministro de energía eléctrica será proporcionado por el cliente.

Requerimientos de la Terminal Remota.

Debido a la naturaleza de la Estación, la cual consistirá en una Terminal Remota, en la que se realizará la guarda y regasificación de Gas Natural Licuado (GNL), y la entrega de gas natural por parte del Regulado Enestas S.A. de C.V. al Usuario Final (Cliente), no se requerirán servicios básicos para la operación tales como consumo de agua (eventualmente se pueden llegar a emplear aproximadamente 20 litros de agua en la operación de recarga del tanque guarda, cuando las tuberías presentan congelamiento), uso de red de drenaje ya que no se generan descargas de agua residual, uso del tiradero municipal ya que no se generan residuos, etc. Se requiere el uso de vías de acceso para el trayecto que recorre el tractocamión que realiza la descarga de GNL, con las cuales ya se contaba previamente.

En lo que respecta al consumo de energía eléctrica, este servicio será proporcionado por el Cliente en caso de requerirse.

Es importante mencionar que, para la instalación de la Terminal Remota, no se realizará algún tipo de actividad de “preparación del sitio” tales como: cambio de uso de suelo, apertura de caminos de acceso, construcción, uso de maquinaria y equipo de trabajo, etc.; ni se realizará construcción alguna. Para la instalación de los equipos la empresa Enestas contratará los servicios de un prestador de servicios que no generará ningún tipo de descarga al medio ambiente, ya sea emisiones al aire, agua, suelo y subsuelo o la generación de residuos (sólidos urbanos, de manejo especial o peligrosos). La Terminal Remota consistirá en lo siguiente:

- Un tanque criogénico de guarda horizontal estacionario, montado sobre ruedas, con una capacidad de 44 m³ (medido como capacidad en litros de agua a 20°C), que se encarga de resguardar el gas en fase líquida previo a ser regasificado.
- Tuberías superficiales de acero inoxidable, montadas en soportes anclados al piso con taquetes. Dichas tuberías se utilizan al momento de realizar las actividades de recarga del GNL.
- Tubería superficial de acero inoxidable, montada en soportes anclados al piso con taquetes, la cual conecta al tanque de guarda de GNL con su vaporizador. Se cuenta con elementos de control a través de válvulas de corte, regulador y válvulas de seguridad.
- Un vaporizador natural encargado de transformar el gas natural de la fase líquida a la fase gaseosa.

- Un vaporizador natural auxiliar (de sistema economizador), de 2,000 SCFH, con capacidad de 120 m³/h.
- Un tanque estacionario para odorización de Gas Natural en estado vapor, con una capacidad nominal de 180 litros (medido como capacidad en litros de agua a 20°C).
- Tubería superficial de acero inoxidable, montada en soportes anclados al piso con taquetes, la cual conecta el vaporizador con la sección de regulación y medición. Se cuenta con instrumentos para la medición de parámetros y elementos de control. Después de la medición, se tiene la entrega al cliente a través de la tubería. La entrega se realiza en la salida de la Terminal Remota, a partir de lo cual se realiza el cambio de custodia sobre el gas, misma que queda bajo responsabilidad del cliente.
- Equipo portátil contra incendio.

El área donde se proyecta la ubicación de la Terminal Remota estará delimitada por una malla metálica, para evitar el paso de personal no autorizado.

II. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO.

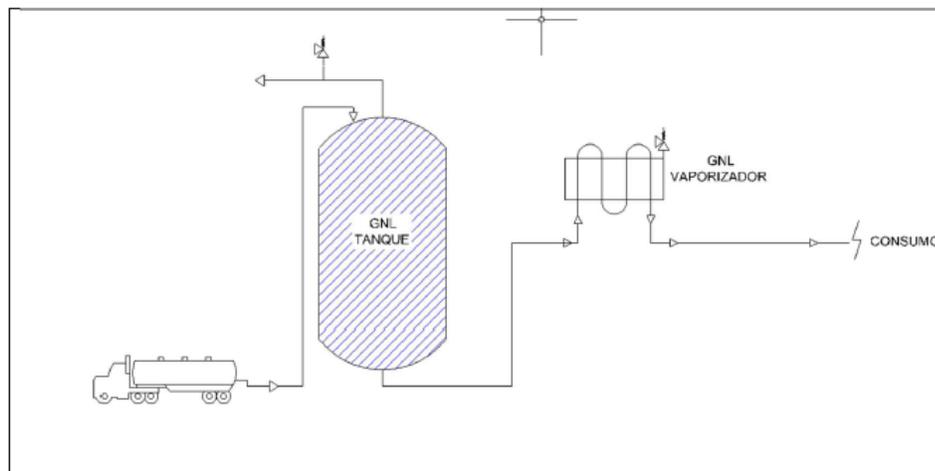
La instalación consistirá en un conjunto de equipos de guarda y regasificación de Gas Natural Licuado (GNL) para suministrar gas natural al Usuario Final (Cliente), en sus instalaciones en Mexicali, Baja California.

El GNL provendrá de una planta de procesamiento y luego será transportado por vía terrestre mediante autotankers criogénicos hasta las instalaciones del usuario en las que se encuentran los equipos de guarda y regasificación.

De manera periódica, del autotankero de recarga se realizará el trasiego de GNL al tanque de guarda. El GNL se conducirá en forma paulatina del tanque de guarda hacia el vaporizador donde se elevará su temperatura por el intercambio térmico con el ambiente y ocurrirá el cambio de fase. A la salida del vaporizador el gas natural se encontrará en estado gaseoso y a temperatura ambiente. En este punto el Gas Natural en estado gaseoso será odorizado.

El gas se conducirá a la sección del regulador y a la salida de éste, el gasto será medido en el flujómetro. De este punto, el gas será entregado a la red interna del cliente y enviado a los puntos de consumo. Se contará con válvula de corte (punto de transferencia de custodia) en el límite de la Terminal. A partir de este punto, el gas natural será entregado al Usuario Final. En la **Figura 7** se presenta un diagrama esquemático del proceso.

Figura 7. Diagrama Esquemático de Operación.



Las operaciones que se llevarán a cabo en las instalaciones se realizarán a través de la aplicación de los siguientes procedimientos:

Procedimiento PR-SAI-OP-03 Traspase de GNL a Estaciones/Terminales

5. Desarrollo

El gas natural licuado es trasvasado en tanques criogénicos, los cuales contienen un tanque interno de acero inoxidable, posteriormente es transportado por medio de tubería

de acero inoxidable hacia vaporizadores ambientales, donde inicia el proceso de regasificación, y posteriormente hacia el proceso interno de del cliente.

El gas natural en estado líquido es recibido a una temperatura promedio de -162°C por lo que se considera un producto criogénico y se debe de portar el EPP cuando se realice la actividad de trasvase de GNL hacia los tanques estacionarios de guarda de las estaciones/terminales de suministro de gas natural a los clientes.

5.1 Controles de antes de la carga

Esta etapa del proceso es llevada a cabo por el operario de la unidad de transporte de GNL cuando se requiera realizar el proceso de trasvase de GNL a la estación del cliente, en cualquiera de las estaciones de gas natural licuado que requieran ser suministradas constantemente de producto por parte de Énestas.

Para llevar a cabo este proceso, favor de seguir las indicaciones descritas en el FO-SAI-OP-02 Lista de Verificación para Carga de Isocontenedores en su sección de controles de antes de la carga.

El operador deberá portar el EPP básico y específico según se requiera en todo momento de la actividad, así como el tomarse una fotografía y enviarla al supervisor antes de dar inicio al trasvase.

5.2 Preparativo de descarga de GNL

Esta etapa del proceso es llevada a cabo por el operario de la unidad de transporte de GNL cuando se requiera iniciar con la verificación inicial de las condiciones y posiciones de las válvulas implicadas en el proceso de trasvase de GNL a una estación del cliente.

Para llevar a cabo este proceso, favor de seguir las indicaciones descritas en el FO-SAI-OP-02 Lista de Verificación para Carga de Isocontenedores.

En caso de requerir llevar a cabo un trasvase de producto entre unidades de transporte, es necesario ejecutar el documento FO-SAI-OP-23 Traspase de GNL entre unidades de transporte.

5.3 Desconexión de la pipa de transporte

Esta etapa del proceso representa la última parte de todo el proceso de trasvase de GNL a una estación/terminal del cliente, por lo que es llevada a cabo por el operador de la unidad de transporte de GNL. Es necesario seguir las indicaciones descritas en el FO-SAI-OP-02 Lista de Verificación para Carga de Isocontenedores en su sección de Desconexión de la pipa de transporte.

5.4 Controles durante la carga

Esta etapa del proceso representa la última parte de todo el proceso de trasvase de GNL a una estación del cliente, por lo que es llevada a cabo por el operador de la unidad de transporte de GNL. Es necesario seguir las indicaciones descritas en el FO-SAI-OP-02 Lista de Verificación para Carga de Isocontenedores en su sección de Controles durante la carga.

5.5 Paro de emergencia

En caso de presentarse alguna situación que represente una condición insegura que atente contra la integridad física del personal en sitio y de las instalaciones, se debe interrumpir el proceso de trasvase de GNL activando el paro de emergencia (presionar botón de paro de emergencia) situado al exterior de la estación o el paro de emergencia de la unidad de transporte de GNL.

5.6 Indicadores de desempeño

Los indicadores de desempeño para el presente documento muestran el grado de cumplimiento de los lineamientos y actividades descritas en el procedimiento.

El indicador de desempeño propio del presente documento es definido como el número de incidentes generados durante el proceso de trasvase y el producto remanente que no se haya podido trasvasar al tanque de guarda del cliente.

II.1. Hojas de seguridad.

El documento correspondiente se encuentra en el **Anexo 1**.

II.2. Guarda de Gas Natural Licuado.

Tanque de guarda

Se contará con tanque contenedor criogénico horizontal modelo UNT75 para guarda de Gas Natural Líquido (GNL), de 40' ISO. Presión de Trabajo Máxima Admisible (MAWP): 7.93 BARG/115 PSI, a prueba de impactos, transportable, peso máximo bruto de 34,000 KG, 74,954.16 LB, (TARE 12,065 Kg, 26,598.77 lb), capacidad nominal de 44,000 l (44.00 m³), medido como capacidad en litros de agua a 20°C.

En la **Tabla 9** se presentan los datos del tanque de guarda con que se contará en la Terminal Remota.

Tabla 9. Datos del tanque de guarda.

V.1 Parámetro	Valor
Marca	ACT
Modelo	UNT75
Largo [m]	12.192
Ancho [m]	2.438
Alto [m]	2.590
Capacidad en litros de agua a 20°C [m ³]	44,000
Presión Máxima de Trabajo Permitida [bar]	7.93
Presión de prueba [bar]	14.60
Temperatura de diseño [°C]	-196

Fuente: Elaboración propia con información del Fabricante.

II.3. Equipos de proceso y auxiliares.

Vaporizador natural (regasificador)

Vaporizador CRYOQUIP, temperatura de diseño de -320°F a 150°F (-196°C A 66°C), presión designada de 450 PSIG (31 BARG), presión de prueba de 495 PSIG (34 BARG), peso aproximado de la unidad de 1,800 lbs (816 Kg), con una capacidad de 20,000 SCFH (566.34 m³/h) modelo HAI-848-F.

Los datos del vaporizador se presentan en la **Tabla 10**.

Tabla 10. Datos de la unidad vaporizadora (vaporizador natural).

Parámetro	Dato/Valor
Marca	Cryoquip
Modelo	HAI-848-F
Largo [m]	1.949
Ancho [m]	1.480
Alto [m]	2.923
Capacidad de diseño [m ³ /h]	566.34
Presión de diseño [bar]	31
Presión de prueba [bar]	34
Temperatura de diseño [°C]	-196 a 66

*Fuente: Elaboración propia con información del Fabricante.
 Los datos presentados son valores nominales*

Vaporizador natural Auxiliar (Sistema Economizador)

Vaporizador RIME 2000 SCFH, presión máxima de trabajo de 250 PSIG (17.23 BARG), capacidad de 120 m³/h, modelo 06 ZIBAC 10.

Tanque estacionario (Sistema de Odorización)

Tanque estacionario CYTSA, presión de diseño 250 PSI (17.58 kgf/cm²), temperatura de diseño 125 °F (51.6 °C), presión de prueba hidrostática 325 PSI (22.85 kgf/cm²), servicio no corrosivo, capacidad nominal de agua 180 litros.

Tanque de recarga de capacidad variable.

El tanque de recarga es de características similares a la del tanque de guarda, cuenta con tanque contenedor criogénico horizontal para guarda de Gas Natural Líquido (GNL), Capacidad Máxima 41.63 m³ (11,000 USG), a prueba de impactos, transportable. Este tanque no es parte de la Terminal. Es transportado en un tractocamión al sitio cada vez que se realiza el trasiego al tanque de guarda y se retira al término de la recarga.

Componentes del sistema para el lado criogénico.

La descripción de los componentes del sistema para el lado criogénico es presentada en la **Tabla 11**.

Tabla 11. Descripción de componentes del lado criogénico.

Componente	Diámetro Nominal DN
Tubería Extremos Planos ASTM A312 TP304, 304L ASME B3619M Ced. 40	2"
Brida de Acero Inoxidable LJ CL150 LBS R.F Bore 52 mm ASTM A182 GR F304, ASME B16.5, Ced. 40	2"
Válvula de sobrepresión de Bronce de 200 psi B- 3132-10	1"
Válvula Check Criogénica Herose de Acero Inoxidable PN50 ASTM A351 CF8, Disco A276 Grado 304	2"
Regulador Economizador FR 13785 marca Tyco	1"
Manguera de Acero Inoxidable de 0.5 m de longitud con extremos bridados	1.5"
Tubería Extremos Planos ASTM A312 TP304, 304L ASME B3619M Ced. 40	2"
Brida de Acero Inoxidable LJ CL150 LBS R.F Bore 52 mm ASTM A182 GR F304, ASME B16.5, Ced. 40	2"
Válvula de sobrepresión de Bronce de 200 psi B- 3132-10	1"
Manómetro Seco de Caratula Dual con medidas en KPa y PSI de 200PSI	1/4"
Manómetro Seco de Caratula Dual con medidas en KPa y PSI de 100PSI	1/4"
Válvula de corte Criogénica WORCESTER de vástago corto	1 1/2"
Válvula Check Criogénica Herose de Acero Inoxidable PN50 ASTM A351 CF8, Disco A276 Grado 304	2"
Regulador Economizador FR 13785	1"
Soportería en PTR en acero inoxidable	2"

Fuente: Elaboración propia con información de Énestas.

Estación de regulación de presión (manifold)

Es una instalación destinada a reducir y controlar la presión del gas natural a una presión determinada por cada Cliente. Consta de tres ramas, dos de regulación de presión y una válvula de paso libre (By Pass).

Cada una de las ramas de regulación de presión consta de dos válvulas de corte y el regulador de presión. Todos los componentes del manifold son fabricados en acero inoxidable.

Sistema de Medición de Flujo

Para el conteo de la cantidad de gas natural entregada al cliente se instalará un medidor de flujo. El dispositivo de medición de flujo será dimensionado de acuerdo con los consumos del cliente y sus equipos.

A continuación, se presenta una descripción de los proyectos considerados para la implementación de la Terminal Remota.

Proyecto civil.

Para las obras objeto del presente estudio no aplicó la elaboración de un proyecto civil, toda vez que no se contemplan actividades de construcción. Todas las actividades se realizarán en un área previamente acondicionada por el cliente.

Proyecto mecánico.

Las actividades para la realización del proyecto consistirán en las siguientes etapas:

- Instalación de tanque criogénico de guarda horizontal estacionario, montado sobre ruedas, con una capacidad de 44 m³ (medido como capacidad en litros de agua a 20°C), destinado a guardar el GNL previo a ser regasificado.
- Instalación de tubería superficial de acero inoxidable, montada en soportes anclados al piso con taquetes. Dicha tubería es utilizada al momento de realizar las actividades de recarga del GNL desde el autotanque al tanque de guarda.
- Instalación de tubería superficial de acero inoxidable, montada en soportes anclados al piso con taquetes, la cual conectará el tanque de guarda de GNL con el vaporizador. Incluye elementos de control.
- Instalación de vaporizador natural encargado de transformar el gas natural de la fase líquida a la fase gaseosa.
- Instalación de un vaporizador natural auxiliar (de sistema economizador), de 2,000 SCFH, con capacidad de 120 m³/h.
- Instalación de un tanque estacionario para odorización de gas natural en estado vapor, con una capacidad nominal de 180 litros (medido como capacidad en litros de agua a 20°C).
- Instalación de tubería superficial de acero inoxidable, montada en soportes anclados al piso con taquetes, la cual conectará el vaporizador con la sección de regulación y medición, y finalmente con la red interna del cliente.

Los planos y diagramas, integrantes del proyecto mecánico, se encuentran en el **Anexo 2** incluyendo:

- Isométrico General de la Instalación.
- Diagrama de Tubería e Instrumentación.
- Diagrama Estructural de Tanque de Guarda.
- Diagrama de Vaporizador Natural.

Así mismo, en este anexo se incluye el Diagrama de flujo de proceso, en el cual se indican las temperaturas de diseño y las corrientes de la operación, en cuanto al balance de masa, en este sentido, dado que la operación es básicamente la guarda de gas natural licuado, su conducción, su regasificación y

entrega a los clientes para su consumo, no habiendo reacciones químicas ni derivaciones, la materia que entra es la que se entrega al cliente.

Proyecto sistema contra-incendio.

El proyecto no incluyó la instalación de sistema fijo contraincendio. En la Terminal Remota se contará con equipo portátil contra incendio.

II.4. Condiciones de Operación.

En la **Tabla 12** se presentan las condiciones de operación correspondientes a las distintas etapas de operación.

Tabla 12. Condiciones de Operación.

Etapa									
Trasiego a tanque de guarda		Tanque de Guarda-Salida a Vaporizador		Salida de Vaporizador-Entrada a Regulador		Salida de Regulador		Entrega a Cliente	
Presión lb/pulg ²	Temp. °C	Presión lb/pulg ²	Temp. °C	Presión lb/pulg ²	Temp. °C	Presión lb/pulg ²	Temp. °C	Presión lb/pulg ²	Temp. °C
90	-162	60	-162	40	23	40	23	40	23

Elaboración propia con datos proporcionados por Énestas.

II.5. Relación de sustancias peligrosas manejadas.

La única sustancia peligrosa manejada en la Terminal Remota es el Gas Natural (como metano).

Cálculo de cantidad de la sustancia peligrosa manejada.

A continuación, se presenta el cálculo de la cantidad de la sustancia peligrosa a manejarse.

Capacidad volumétrica del tanque de guarda (m ³)	44
Cantidad de tanques de guarda	1 (uno)
Capacidad volumétrica del autotanque de recarga (m ³)	41.63
Densidad de la sustancia conforme a hoja de seguridad (kg/m ³)	450.00
Capacidad másica nominal de cada tanque de guarda (kg)	(44 m ³)(450 kg/m ³)= 19,800.00 kg
Capacidad másica nominal del autotanque de recarga (kg)	(41.63 m ³)(450 kg/m ³)= 18,733.5 kg

Cantidad total que existiría en el área en caso de tener el tanque de guarda y el autotanque de recarga llenos al mismo tiempo en la Terminal.	38,533.5 kg
--	-------------

No obstante, y debido a que el trasiego de gas natural desde el autotanque hacia el tanque de guarda se realiza por diferencia de presiones, para poder realizar la operación, se requiere que el tanque de guarda a ser recargado no contenga más de 2.3 m³ de gas natural licuado para que pueda recibir los 41.63 m³ del autotanque, debido a que si contiene más volumen, el diferencial de presiones no es suficiente que se realice el trasiego completo del volumen del autotanque hacia el tanque de guarda. Entonces, en condiciones operativas normales la cantidad que podría tenerse en la Terminal Remota sería la suma del volumen del tanque de guarda al volumen requerido para hacer posible la recarga, más el volumen del autotanque de recarga, es decir 2.3 m³ + 41.63 m³ = 43.93 m³, lo que equivale a 19,768.5 kg.

Resumiendo:

Cantidad de gas natural en el tanque de guarda conforme a capacidad nominal del mismo	19,800.00 kg
Cantidad de gas natural si se tiene el tanque de guarda y el autotanque de recarga llenos al mismo tiempo en la Terminal (situación no probable, aunque posible)	38,533.5 kg
Cantidad de gas natural si se tiene el tanque de guarda con el contenido máximo para poder realizar el trasiego del total del autotanque de recarga y el autotanque de recarga lleno.	19,768.5 kg
Cantidad de reporte para el gas natural (metano) conforme al segundo listado de actividades altamente riesgosas	500 kg

Conforme lo expuesto, la actividad se clasifica como altamente riesgosa en cualquiera de los casos, toda vez que se rebasa la cantidad de reporte en todos los supuestos.

A continuación, en la **Tabla 13**, se presenta un resumen de la sustancia manejada.

Tabla 13. Sustancias manejadas

No.	Sustancia	Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Riesgo químico					Capacidad		Cantidad de reporte en el Listado de Actividades Altamente Riesgosas
				C	R	E	T	I	Producción (ton/día)	Cantidad presente (ton) Conforme a capacidad nominal del tanque de guarda	
1	Gas Natural	Metano	74-82-8						N.A.	19.80	2º listado 500 kg en estado gaseoso

El régimen operativo, en cuanto al suministro de gas natural al cliente será de tipo continuo. En cuanto a la recepción de gas natural en autotanque para su manejo en el tanque guarda es por lotes.

III. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO.

III.1. Ubicación de la instalación

Como previamente se ha mencionado, el proyecto se ubicará en un predio ocupado por el cliente o usuario final, en una superficie en comodato de 500 m², de los cuales, los equipos utilizarán 33.601 m² de dicha superficie, que será el área destinada para la instalación de un tanque de guarda, un vaporizador de proceso, un vaporizador auxiliar, un tanque estacionario y eventualmente para estacionar el vehículo que realizará la recarga de GNL. Cabe mencionar que la superficie en comodato, se encuentra ya impactada por las actividades propias del cliente, como se muestra en el **Anexo 9**.

El área donde se ubicará la Terminal Remota se encuentra en el Municipio de Mexicali, aproximadamente 8 km al sur-sureste de la cabecera municipal, en el noreste del Estado de Baja California, teniendo como dirección la siguiente:

DOMICILIO DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA) ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Las coordenadas geográficas del área en comodato donde se pretende ubicar la Terminal son las siguientes:

COORDENADAS DEL
PROYECTO (INFORMACIÓN
RESERVADA) ART. 113
FRACCIÓN I DE LA LGTAIP
Y 110 FRACCIÓN I DE LA
LFTAIP.

III.2. Entorno natural

Es de gran importancia conocer los elementos físicos y biológicos que conforman al área donde se pretende implementar el presente proyecto, esto con la finalidad de determinar que no se pongan en riesgo dichos elementos, siendo necesario tener en consideración las características edafológicas, climatológicas, geológicas, hidrológicas, flora y fauna silvestre del lugar, para así poder determinar los daños que puedan incidir de cierta forma en los factores físicos para su deterioro ambiental.

En el caso de la caracterización del medio físico, social, económico y cultural, así como los diferentes usos de suelo que existen en el lugar, se realizó una descripción precisa de los distintos elementos basados en una revisión bibliográfica, documentos oficiales publicados, así como la información que se originó de las visitas de campo a la zona de estudio.

Los alrededores donde se pretende ubicar el proyecto se realizan actividades antropogénicas de carácter ganadero, por lo que se tiene escasa vegetación y fauna nativa dentro de la zona y alrededores del proyecto a instalar.

ASPECTOS ABIÓTICOS.

A. Clima

A.1 Temperatura y Precipitación

En el municipio de Mexicali predominan los climas de tipo muy secos, son climas extremos, con temperaturas máximas, principalmente durante los meses de julio y agosto donde la evaporación excede

en gran medida a la precipitación. Este tipo de clima se subdivide en dos subtipos el semicálido y el templado. A continuación se detallan los principales subtipos que caracterizan al municipio.

Muy seco muy cálido y cálido (lluvia de verano): Las lluvias en estos climas son en verano, aunque también se presentan en invierno mínimamente. La precipitación total anual se encuentra alrededor de 40 a 60 mm. Septiembre es el mes en el que se registra mayor precipitación, mientras que los meses más secos son mayo y junio. Las temperaturas medias más altas se presentan en julio y agosto apenas menores a 32 °C y la mínima mensual se presenta en enero y oscila entre 11 y 14 °C.

Muy seco semicálido (lluvias de invierno): Este tipo de clima se distribuye a lo largo de la parte este del municipio de Mexicali. Es el más cálido de los climas muy secos, con lluvia invernal en la entidad. El mes de mayor precipitación es diciembre con un promedio mensual de 25 a 30 mm, siendo los meses más secos mayo, junio y julio, con promedio de precipitaciones en orden de décimas de milímetro. En cuanto a las temperaturas, registra una temperatura media anual entre los 18 y 22 °C, las medias mensuales más elevadas se presentan en los meses de julio y agosto, superiores a los 25 °C, mientras que el mes más frío es enero, con una media mensual apenas mayor a los 13 °C.

Muy Seco Templado (lluvia en invierno): Estos climas se distribuyen en la porción oriental de la sierra de Juárez y noreste de la sierra de San Pedro Mártir, donde las elevaciones sobre el nivel del mar oscilan entre 600 y 1300 m, en las porciones de mayor elevación de las sierras que bordean al Golfo de California. La temperatura en las porciones montañosas y las mesetas son más extremosas, en los meses de julio y agosto se tienen la máxima media mensual de 25 a 26 °C y la mínima de 6 a 7 °C en enero. La precipitación más alta se da en los meses de diciembre y enero, con medias de 15 a 20 mm en zonas de mayor elevación. Las mínimas se registran en los meses de mayo, junio y julio con medias menores a 1 mm.

La temperatura media anual en la zona del proyecto es de 23°C.

Figura 8. Temperatura promedio registrada en el municipio de Mexicali, Baja California en los años de 1981 a 2010 (Fuente: CONAGUA).

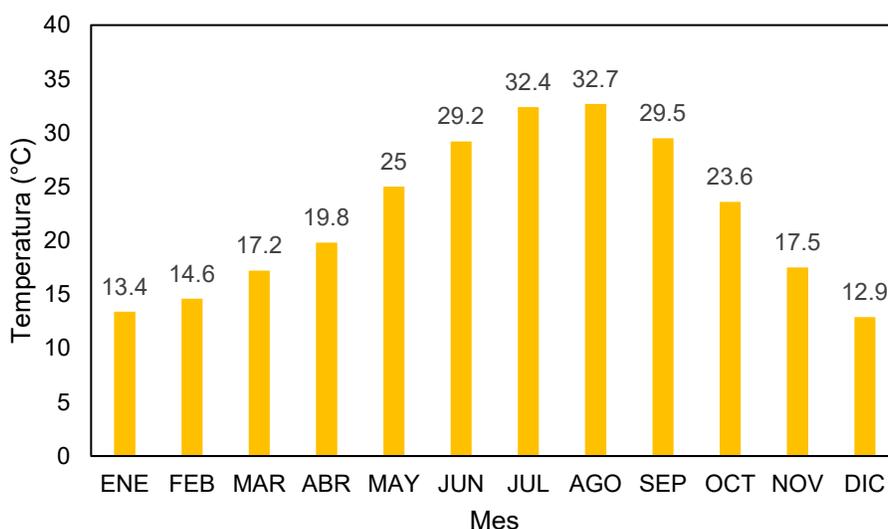
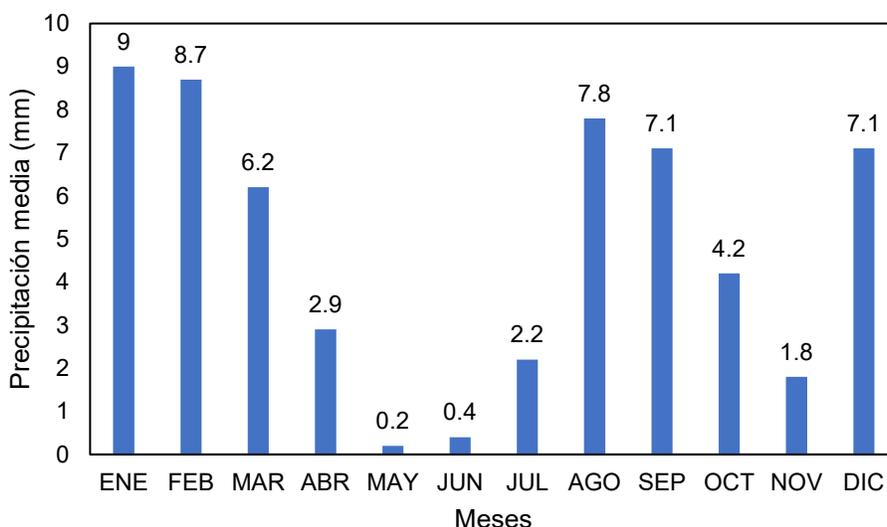


Figura 9. Datos de precipitación normal registrados en el municipio de Mexicali, Baja California en los años de 1981 a 2010.



A.2 Viento

La velocidad promedio del viento por hora en Mexicali tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 3.5 meses, del 14 de marzo al 29 de junio, con velocidades promedio del viento de más de 12.0 kilómetros por hora. El día más ventoso del año es el 4 de mayo, con una velocidad promedio del viento de 14.0 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 8.5 meses, del 29 de junio al 14 de marzo. El día más calmado del año es el 11 de enero, con una velocidad promedio del viento de 10.0 kilómetros por hora.

A.3. Humedad

En Mexicali la humedad percibida varía considerablemente.

El período más húmedo del año dura 3.0 meses, del 27 de junio al 25 de septiembre, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 10 % del tiempo. El día más húmedo del año es el 12 de agosto, con humedad el 42 % del tiempo.

El día menos húmedo del año es el 19 de marzo cuando básicamente no hay condiciones húmedas.

B. Geología y Geomorfología

De acuerdo con la información de Lira (2005), el valle de Mexicali se encuentra ubicado en una cuenca tectónica con una profundidad aproximada de 5200 metros. Esta cuenca es originada por el escalonamiento en dirección noreste de las fallas Cucapá, Cerro Prieto y Michoacán junto con la falla imperial del lado oriental, es decir, se origina por el desplazamiento de las fallas que rodean el valle de Mexicali.

La capa superficial de la cuenca está compuesta de sedimentos aluviales y deltaicos de edad reciente -plio-cuaternarios- que fueron aportados principalmente por el Río Colorado. Estos sedimentos están compuestos por conglomerados y depósitos no consolidados de arena, grava, arcilla, limo y cantos rodados que en conjunto alcanzan un espesor de 2500 metros.

También afloran en la superficie otro tipo de rocas de diferentes edades y que en orden de mayor a menor edad son: rocas prebatolíticas, rocas batolíticas y rocas posbatolíticas.

Las rocas prebatolíticas, se localizan al oeste del Campo Geotérmico Cerro Prieto (CGCP). Son metasedimentos, los más antiguos de la región de edades Pérmico-Jurásico compuestas por gneis cuarzofeldespáticos, esquistos de cuarzo-mica, mármoles, anfíbolitas y cuarcitas.

Las rocas batolíticas, son rocas intrusivas que forman parte del Batolito Peninsular que es la estructura principal de toda la península de Baja California, y están representadas por tonalitas del Jurásico-Cretácico (Jkt), que se encuentran intrusionando a las rocas metamórficas paleozoicas, además de granitos y granodioritas del Cretácico Inferior (Kgd), los cuales afloran en su mayor parte en la Sierra Cucapá.

Las rocas post-batolíticas, están representadas por dacitas y andesitas miocénicas localizadas en la porción norte de la Sierra Cucapá. Se presentan en forma de domos riodacíticos forman la estructura volcánica de Cerro Prieto, la cual consta de dos centros eruptivos que se superponen. Ambos domos están asociados a flujos e intrusiones riodacíticas con una edad de 110 mil a 10 mil años.

Presencia de fallas y fracturamientos:

En el área donde se pretende ubicar el presente proyecto no se han encontrado fallas o fracturamientos en el suelo.

Susceptibilidad:

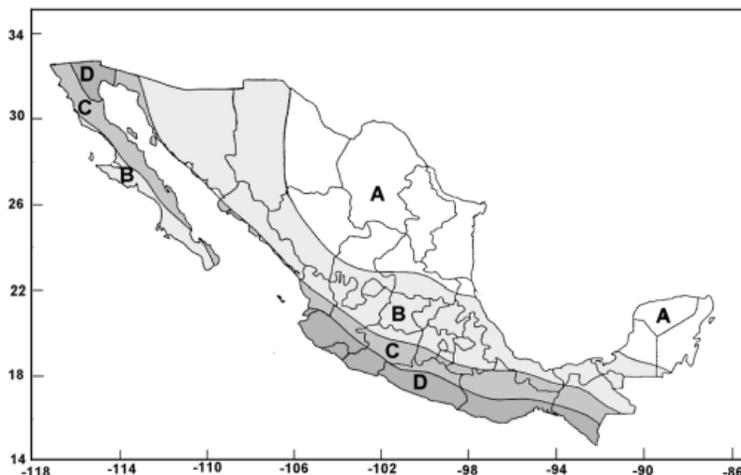
Sismicidad:

De acuerdo con la regionalización sísmica de México elaborada por la Comisión Federal de Electricidad y Cenapred, el municipio de Mexicali se sitúa en una región con categoría D. En las zonas con esta categoría han ocurrido con frecuencia grandes temblores (sismos mayores a 7) y las aceleraciones del terreno pueden ser superiores al 70% de gravedad por ello se consideran zonas de muy alto peligro sísmico.

La alta actividad sísmica en Mexicali, se debe principalmente a las fallas activas localizadas en la región, generadas por el desplazamiento de la placa tectónica del Pacífico con respecto a la de Norteamérica. En la Zona Sísmica de Mexicali (ZSM), localizada entre las dos principales fallas transformes Cerro Prieto e Imperial, se producen enjambres de sismos de baja intensidad, mientras que los sismos de gran intensidad (de magnitud $M \geq 6$), se producen a lo largo de las trazas de estas dos fallas.

El municipio de Mexicali, desde el punto de vista sísmico, forma parte de una región mayormente microsísmica, aunque también se manifiestan secuencias de sismos precursores, con un evento principal y réplicas o bien, en forma de enjambre.

Figura 10. Regionalización sísmica de México. Fuente: Cenapred.



Deslizamientos:

De acuerdo con la zonificación de laderas inestables de Cenapred el municipio de Mexicali se encuentra en una zona con potencial para la ocurrencia de colapsos, esto ocurre a lo largo de las formaciones serranas de la península y, en particular, por la presencia de las sierras de Juárez, Las Tinajas, Cucapá, El Mayor, La Pintas, San Felipe, San Pedro Mártir y Abandonada, en el municipio.

Para que un talud se considere inestable debe estar formado con material frágil, es decir, de baja resistencia a la movilidad y encontrarse depositado en pendientes pronunciadas que originen o faciliten su desplazamiento o desprendimiento (flujo, deslizamiento o derrumbe). Por lo anterior, en la evaluación de los taludes se tomó en cuenta las formaciones geológicas y edafológicas así como las pendientes del terreno.

En el Municipio de Mexicali las formaciones geológicas frágiles son aquellas unidades de materiales poco consolidados, entre ellas se encuentran las unidades sedimentarias de conglomerados y areniscas, y los suelos, cuyo proceso de formación las convierte en estructuras de baja cohesión y por ello presentan poca resistencia a la movilidad y dispersión por acción de la gravedad o de una fuerza específica.

Actividad volcánica:

En el municipio de Mexicali, aproximadamente a 20 kilómetros al sur de la ciudad de Mexicali se localiza el volcán Cerro Prieto, el cual tiene una altura de 260 msnm. Sólo se tiene información acerca del registro de un fuerte evento sísmico asociado al volcán, pero ninguno sobre erupción, debido a ello se encuentra clasificado en la categoría 6 de Cenapred denominada “volcanes con información insuficiente”.

El volcán Cerro Prieto es considerado de tipo monogenético, es decir, que sólo erupciona una sola vez, a través de una fisura o boca construyendo un pequeño edificio en forma de “domo”. Los volcanes tipo domo están formados por masas de lava relativamente pequeñas. Esta lava es demasiado viscosa para fluir a grandes distancias, por lo que se apila sobre y alrededor de su centro emisor.

De acuerdo con Cenapred es muy improbable que este tipo de volcanes representen un nivel significativo de peligro, pero deben ser estudiados para poder contar con los elementos mínimos para su evaluación

definitiva, la cual sólo podrá realizarse cuando exista evidencia geológica que defina las probabilidades de erupción de éste. Es importante mencionar que el volcán Cerro Prieto forma parte de un yacimiento geotérmico 22 que actualmente es utilizado para generar energía eléctrica.

C. Suelos

El suelo con mayor distribución en el municipio es el litosol (23.54%) ubicado en las formaciones serranas. En segundo lugar se encuentra el regosol (22.67%) el cual se distribuye en la zona de bajada con lomerío y en el valle de Mexicali. El vertisol se distribuye en la porción poniente del valle y abarca 7.89% de la superficie municipal. El solonchak cubre 15.89% del municipio y se distribuye en las depresiones topográficas alrededor de la laguna Salada y en el sureste en las proximidades al Golfo de California.

Los litosoles son suelos poco desarrollados tienen poco espesor (menor de 10 centímetros) debido a su distribución sobre roca dura e incluso en varios lugares son parte de la roca misma, presentan una estructura muy débil y una textura media, arenosa y gravosa, por lo tanto, su permeabilidad fluctúa de alta a muy alta.

Los regosoles son suelos poco profundos (menos de 50 centímetros), se localizan sobre las zonas de montaña y están limitados por roca (fase lítica); el resto son suelos profundos (mayor de 1 metro) sobre los terrenos planos, algunos presentan altas concentraciones de sales de sodio (fase sódica) como sucede en las proximidades del Río Colorado. Son característicos de la roca origen, sin desarrollo de textura arenosa o gravosa y de muy alta permeabilidad.

Los suelos solonchack son producto de altas temperaturas, aguas salobres y depósitos aluviales finos y gruesos. Por lo tanto, su característica más relevante es la alta concentración de sales. Son suelos profundos, sin embargo, sobre el delta del Río Colorado son de baja permeabilidad, debido a su estructura fuerte y textura fina, presentan además altas concentraciones de tipo de sal de sodio (fase sódica).

Los vertisoles, son formados a partir de depósitos superficiales de textura fina, en clima árido y semiárido, con vegetación de gramíneas altas o de bosque espinoso, en zonas planas o de pendientes suaves y poca altura. Este suelo presenta grietas en tiempos secos y se expanden con la humedad.

D. Hidrología

D.1 Hidrología Superficial

En el municipio de Mexicali convergen dos regiones hidrológicas, la región hidrológica número 4 o Baja California Noreste y la región hidrológica 7 o Río Colorado. Cada una de estas regiones se encuentra integrada por una serie de cuencas y subcuencas, como se describe en los siguientes párrafos.

De la región hidrológica 7, la cuenca del Río Colorado abarca la porción noreste del municipio, cuenta con una superficie de 5,052.625 km². El rasgo hidrológico más importante de esta cuenca es el Río Colorado, el cual nace en los Estados Unidos recorre 185 km en territorio mexicano y desemboca en el Golfo de California, sirviendo como límite internacional entre México y Estados Unidos, y como límite territorial entre los estados de Sonora y Baja California.

El Río Colorado es la principal corriente de la entidad y representa tanto para el valle como para el resto del estado de Baja California la principal fuente del recurso agua con una aportación anual de 1,850.234

millones de m³. Las obras hidráulicas de mayor importancia que permiten aprovechamiento de este cuerpo de agua son la presa derivadora José Ma. Morelos y una numerosa red de canales constituida por 470 km de canales principales, 2,432 km de canales secundarios y 1,662 km de drenes destinados principalmente para el uso agrícola.

Por su parte, la región hidrológica 4 o Baja California Noreste (Laguna Salada), abarca gran parte de la superficie municipal. Está conformada por las cuencas Arroyo Agua Dulce-Santa Clara y Laguna Salada-Arroyo del Diablo, sus aguas son vertidas al Golfo de California y a la Laguna Salada.

La cuenca Arroyo Agua Dulce-Santa Clara, se localiza en la parte sur del municipio, con una superficie de 7,862.186 km². El arroyo Taraiso representa uno de los escurrimientos más importantes de esta cuenca, nace entre los límites de las sierras de Juárez y San Pedro Mártir, en su trayectoria recorre 40.25 km hasta verter sus aguas en la depresión La Salada en el valle de Santa clara, posteriormente atraviesa Valle Chico y se le suman otros afluentes hasta desembocar en el Golfo de California. El escurrimiento medio anual de esta zona se ha calculado en 39.529 millones de m³.

La cuenca Laguna Salada-Arroyo del Diablo se localiza en la porción noroeste del municipio, con una superficie de 7,481.55 km² se considera una cuenca cerrada donde el drenaje es deficiente y origina la formación de lagunas y médanos, sin que el escurrimiento logre desembocar en el Golfo de California. Lo anterior debido a que presenta lejanía con respecto a la costa y escasez de agua en los cauces. El drenaje más distintivo está formado por el arroyo Grande que nace en el cerro La Noche y finaliza su recorrido en la Laguna Salada, fluyendo luego hacia el norte. El agua superficial se ha calculado en 40.902 millones de m³ anuales.

D.2 Hidrología subterránea

En lo que respecta a las aguas subterráneas, el acuífero del valle de Mexicali es el de mayor capacidad del estado de Baja California y el más importante por su volumen de explotación. Es un acuífero de tipo libre, presenta una recarga media anual de 700 millones de m³; recibiendo aportaciones subterráneas del canal Todo Americano, localizado al sureste del valle Imperial en California; recargas subterráneas del Valle de Yuma, Arizona, ambos en los Estados Unidos.

El acuífero presenta un nivel de extracción de 719 millones de m³, lo que crea un déficit o sobreexplotación de 19 millones de m³. Esta operación se realiza mediante un total de 1081 pozos de los cuales 192 (17.8%) se destinan al uso agrícola, 80 (7.4%) para abastecimiento de agua potable a los centros de población, 685 más (63.3%) para cubrir las necesidades del uso doméstico-abrevadero y los 124 pozos restantes (11.5%) son utilizados por el sector industrial. Los pozos utilizados por el sector industrial corresponden a los que se localizan en el campo geotérmico Cerro Prieto y debido a que explotan niveles profundos en rocas fracturadas se considera que pertenecen a otra unidad acuífera.

ASPECTOS BIÓTICOS.

Para la integración de la flora y la fauna, se consultó información especializada (bases de datos, artículos, informes técnicos y sitios web de instituciones gubernamentales), además de visitas al lugar de trabajo.

A. Vegetación terrestre

La flora es la común de zonas semidesérticas, la cual trae como consecuencia la presencia de especies silvestres típicamente xerofitas. A lo largo de las costas del Golfo de California se pueden apreciar las especies de: chamizos, yerba resina, rosas, alfombrilla, pepinillo, etcétera. La agrupación matorral

esclerófilo se encuentra representada por: *vara prieta, chamizo colorado, brasillo, salvia, encinillo, hierba de oro y gramíneas*. De las agrupaciones denominadas bosque ecuamifoliase tiene: *guata,mezquitillo, valeria, canutillo, jojoba, mexcalito, zacate y sitarion*. En la agrupación bosque aciculifolio se tiene *pino Jeffrey, pino ponderosa, pino sugar, cedro y madroño*.

La vegetación típica es de raíces extensamente ramificadas, de escasa talla, algunas espinosas de hojas pequeñas y a veces pubescentes, otras bastantes cutinizadas y algunas más con el tallo protegido por una capa serosa impermeable, todas dispersas y ampliamente esparcidas.

Tabla 14. Tipo de vegetación terrestre ubicada en el municipio de Mexicali.

Nombre común	Nombre científico
Quelite	<i>Amaranthus bypocondriacos</i>
Chove	<i>Opuntia fulgida</i>
Cachanilla	<i>Plucea serícea</i>
Mirasol amarillo	<i>Helianthus rigidus</i>
Pino Salado	<i>Casuarina sp</i>
Mostaza	<i>Brasica campestris</i>
Girasol	<i>Helianthus annus</i>
Tule	<i>Typha latifolia</i>
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>
Abrojo o Branderilla	<i>Cenchrus echinatus</i>
Avena silvestre	<i>Avenua fatua</i>
Alpiste	<i>Palarus minor</i>
Cola de Zorra	<i>Polypogon monspelian</i>
Gamma	<i>Cynodon dactylon</i>
Zacate Johnson	<i>Sorghum halepense</i>
Zacate Pinto	<i>Echinochloa colonum</i>
Fiebre o Sesbania	<i>Sesban sororoe</i>
Mezquite	<i>Prosopis juliflora</i>
Palo Fierro	<i>Prosopis palmeri</i>
Palo Verde	<i>Cercidium sp</i>
Tornillo	<i>Prosopins pubescens</i>
Chamizo Cenizo	<i>Atriplex hastata</i>
Alamo	<i>Populus fremontii</i>
Pinillo Salado	<i>Tamarix pentandra</i>
Gobernadora	<i>Larrea tridentata</i>

B. Fauna

La fauna del municipio de Mexicali se encuentra representada por una variedad de especies adaptadas a diferentes ecosistemas, tales como grandes zonas marinas, desérticas y bosques. En las marinas se tienen totoaba, arepa, angelito, lisa, bagre, bocón, carpa, mojarra, curvina, lenguado, pulpo, tiburón y pez sierra, entre otros.

En las desérticas existen especies de: lagartija, iguana, culebra y víbora de cascabel. Y, en las zonas de bosques se encuentran diferentes especies de aves: faisán, codorniz, paloma huijota, pato golondrino, cercetas, correcaminos, búho, gaviota y pelícano; mamíferos: murciélago, liebre, conejo, ardilla, coyote, zorra, mapache, tejón, zorrillo, venado y borrego cimarrón. En la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, vive en su ambiente natural la vaquita marina, uno de los cetáceos más pequeños y amenazados del mundo y única especie endémica de mamífero marino en México.

C. Paisaje

La inclusión del paisaje en un estudio de impacto ambiental se sustenta en dos aspectos fundamentales: el concepto «paisaje» como elemento aglutinador de toda una serie de características del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene el paisaje de los efectos derivados del establecimiento del proyecto.

Visibilidad: dada la escasa vegetación arbórea el área presenta una visibilidad del 100%, esto es que, desde cualquier límite, se puede observar completamente el área.

Calidad paisajística: en cuanto a las características intrínsecas del sitio se puede determinar que la calidad paisajística es baja.

Fragilidad: la fragilidad de este tipo de áreas es considerada como alta, ya que es altamente influenciada por efectos nocivos ocasionados por contaminación y desechos sólidos provenientes de industrias.

Es importante señalar que, debido a las características físicas y biológicas que existen en el área no se cuenta con una gran diversidad de flora, esto debido a que es una zona donde actualmente el cliente desarrolla sus actividades, por lo cual se registra que el paisaje ya ha sido impactado previamente.

Con base en lo anterior, se determinó que no existen componentes claves, relevantes o críticos en el área donde se pretende instalar la Terminal Remota de Suministro de Gas Natural, para que el funcionamiento del sistema en general sufra alteraciones, modificaciones o cambios mayores de los que actualmente se presentan en la zona.

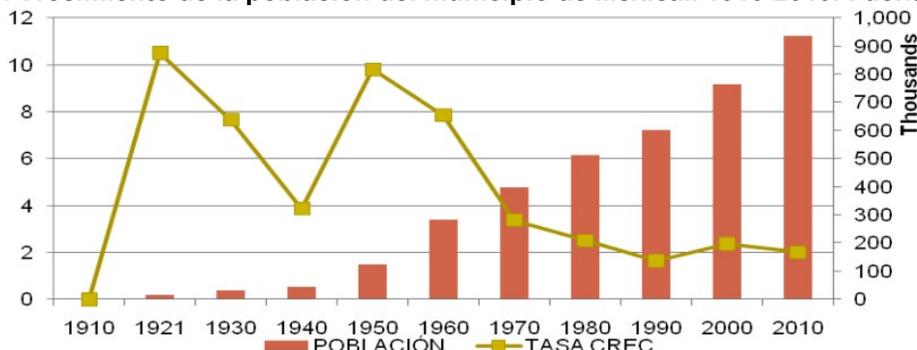
D. Medio socioeconómico

Los componentes demográficos de los que se hace mención en esta caracterización, corresponden a las variables estadísticas poblacionales, generadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), recopilada a través de los Censos y Conteos Poblacionales, con los que se construye los indicadores que muestran la manera en la que está estructurada la población.

D.1 Demografía

El municipio de Mexicali se caracteriza por un crecimiento demográfico intenso. Del período comprendido entre 1910 y 2010, la población municipal se multiplicó 661 veces. De esta etapa sobresalen los años sesenta con una tasa de crecimiento promedio anual de 7.8 por ciento; mientras que entre los años 2000 y 2010, ésta fue de 2 por ciento. La tasa de crecimiento se estabilizó a partir de los años setenta con un ligero descenso en décadas subsecuentes. En los años setenta la población municipal ascendía a 281,333 habitantes y para el año 2010 se triplicó.

Figura 11. Crecimiento de la población del municipio de Mexicali 1910-2010. Fuente: INEGI.

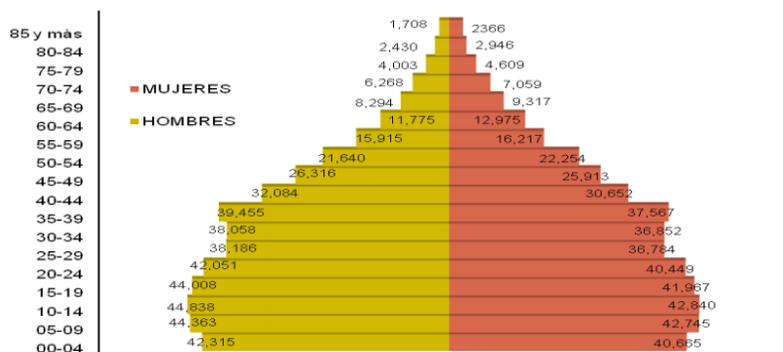


La superficie del territorio municipal es de 13,935.61 km², en ella se distribuyen 936,826 habitantes (INEGI, 2010) con una densidad de 67 habitantes por kilómetro cuadrado, sin embargo, la densidad no es homogénea en el territorio, al contrario, la población se concentra en pocas localidades, mientras que grandes superficies se encuentran despobladas.

En el año 2010 se registraron 1,650 localidades en la extensión municipal, 99% de ellas son rurales y el 1% restante son urbanas y semiurbanas (INEGI, 2010). Sin embargo, de cada 100 habitantes 89 pertenecen a localidades urbanas y semiurbanas y sólo 11 pertenecen a localidades rurales.

La población del municipio de Mexicali representa un 30% del total del estado de Baja California y se distribuye en 265,805 viviendas, resultando un promedio de 3.52 ocupantes por vivienda. De esta población 50.51% son hombres y 49.49 son mujeres y se distribuyen en los grupos de edades que se muestran en la gráfica 3 donde se observa el predominio de la población joven-adulta en un bloque más o menos homogéneo de 30 a menos años de edad.

Figura 12. Pirámide poblacional por edad y sexo. Fuente: INEGI.



Los principales grupos de edad municipal en el 2010 se manifiestan de la siguiente manera: el 27.51% tienen edades de 0 a 14 años, mientras que 62.59% son jóvenes y adultos de con edades de 15 a 59 años y el 7.87% restante son adultos mayores (de 60 años y más). La edad mediana de la población del municipio es de 27 años; 27 las mujeres y 26 los hombres.

Aspectos socioeconómicos

La población económicamente activa representa el 43% del total municipal, mientras que la población

ocupada abarca el 41% de la población total. Este indicador tuvo un descenso con respecto al 2005 cuando se presentaron los niveles de pobreza que se muestran en la tabla, donde se observa que Mexicali presenta el segundo lugar estatal en los distintos tipos de pobreza por ingresos y que al menos 10 de cada 100 habitantes presenta pobreza de patrimonio.

Tabla 15. Niveles de pobreza municipal.

Municipio	Pobreza por ingresos		
	Pobreza alimentaria	Pobreza de capacidades	Pobreza de patrimonio
Mexicali	1.5	2.6	10.3
Tecate	1.0	1.8	8.1
Tijuana	0.5	1.1	7.1
Playas de Rosarito	0.9	1.8	8.8
Ensenada	3.7	5.5	14.3

Por su parte, en materia de rezago social de la población, el municipio presenta niveles muy bajos, con excepción de los indicadores de educación básica, derechohabiencia a servicios de salud y la disposición de ciertos bienes en la vivienda.

Tabla 16. Indicadores de rezago e índice de rezago de los municipios de Baja California 2005.

Municipio	Mexicali	Tecate	Tijuana	Playas del Rosarito	Ensenada
% de población de 15 años o más analfabeta	2.8	3.6	2.52	3.45	2.05
% de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	3.63	3.71	5.1	4.58	6.16
% de población de 15 años y más con educación básica incompleta	35.29	44.89	39.48	46.8	42.11
% de hogares con población de 15 a 29 años, con algún habitante con menos de 9 años de educación aprobados	26.13	35.32	34.27	42.53	35.58
% de población sin derechohabiencia a servicios de salud	29.89	31.76	38.56	48.25	35.45
% de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	2.53	3.13	3.81	2.8	3.72
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de excusado o sanitario	8.58	13.71	13.11	17.4	8.83
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada de la red pública	2.87	15.3	4.49	22.43	8.47
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	8.88	7.84	4.43	5	17
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica	7.9	15.14	11.95	17.49	9.69
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de lavadora	18.55	28.82	33.59	38.79	28.87
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	9.67	18.1	16.71	21.5	18.77
Promedio de ocupantes por cuarto	-0.06	0	0.04	0.1	-0.02
Índice de rezago social	-1.499	-1.126	-1.152	-0.806	-1.118
Grado de rezago social	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo

D.2 Factores socioculturales

Monumentos

Históricos: Al general Álvaro Obregón, construido a fines de la década de los años veinte; Mexicali cuenta con monumentos a Benito Juárez, Lázaro Cárdenas, Vicente Guerrero, Francisco Zarco, Rodolfo Sánchez Taboada y Los Pioneros, este último ubicado en el Centro Cívico de la ciudad, en honor a los primeros pobladores.

Arquitectónicos: Edificio de La Colorada River Land Co., construida en 1924; Rectoría de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC); antiguo Palacio de Gobierno, se inauguró en 1922; templo Iglesia Metodista del Divino Redentor, construido por la población china en 1920; escuela Cuauhtémoc, una de las primeras edificaciones de concreto armado, construida en 1915; edificio de los tribunales y juzgados de Distrito; antiguo Palacio Municipal, construido en 1924; escuela Leona Vicario, inaugurada en 1924; edificio de la Delegación Municipal Progreso, construido en 1925; Plaza de los Tres Poderes.

Museos

Mexicali cuenta con dos galerías en donde se exponen obras de artistas regionales y nacionales. La ciudad también cuenta con algunos teatros entre los que destacan el del IMSS, el del Estado, el de la UABC, así como el del CETYS-Universidad.

Tradiciones

Es tradición que durante todo el año se celebran carreras de off road en las que participan competidores nacionales y extranjeros. Estas se llevan a cabo en vehículos modificados que se corren por caminos de terracería. El carnaval San Felipe es un Festival Popular en donde el principal atractivo son sus carros alegóricos.

El presente Proyecto no afecta ninguno de los factores sociales que han sido descritos previamente, toda vez que como se ha mencionado previamente el área en comodato cuenta con una superficie de m² y en esta área no se encuentra la presencia de edificaciones de carácter cultural e histórico. Asimismo, no interfiere con las actividades de recreación y de cultura del municipio.

Áreas Naturales Protegidas, Regiones Hidrológicas Prioritarias, Regiones Marinas Prioritarias, Regiones Terrestres Prioritarias, áreas de importancia para la conservación de aves y sitios Ramsar.

A este respecto, de acuerdo con el Análisis obtenido en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el sitio donde se pretende desarrollar el proyecto no presenta influencia con cuerpos de agua ni Áreas Naturales Protegidas de carácter federal, estatal o municipal; así como tampoco forma parte de Regiones Hidrológicas Prioritarias, Regiones Marinas Prioritarias, Regiones Terrestres Prioritarias, áreas de importancia para la conservación de aves y sitios Ramsar.

III.3. ¿El sitio de la instalación de la planta, está ubicado en una zona susceptible a:

(si) Terremotos (sismicidad)?

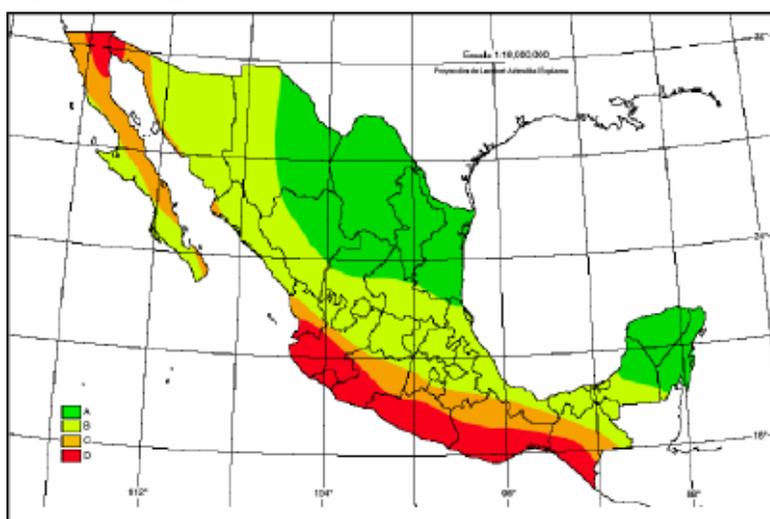
Respecto de riesgos sísmicos en la zona donde se ubica la instalación, de acuerdo con la figura de Regionalización Sísmica de la República Mexicana (**Figura 13**) incluida en el documento “Diagnóstico de

Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México”, Versión Electrónica de 2014 emitido por la CENAPRED, el Estado de Baja California y la zona de estudio se encuentra en la zona D. En la zona D han ocurrido con frecuencia grandes temblores y las aceleraciones del terreno que se esperan pueden ser superiores al 70% de g, se ha detectado alta sismicidad en la escala de Mercalli, con Sexto Grado en el Centro de Población que incluye las delegaciones del El Sauzal, Cabecera Municipal, Chapultepec y Maneadero, y Séptimo Grado en la delegación de Real del Castillo.

VI Grado.- El temblor es sentido por todos, muchos se asustan y salen al exterior. Algún mueble pesado se mueve; algunos casos de caída de revestimientos y chimeneas dañadas. Daño leve.

VII Grado.- Todo el mundo corre al exterior. Daño insignificante en edificios de buen diseño y construcción; leve a moderado en estructuras comunes bien construidas; considerable en estructuras pobremente construidas o mal diseñadas; se rompen algunas chimeneas. Notado por algunas personas que conducen automóviles.

Figura 13. Regionalización Sísmica de la República Mexicana.



Fuente: Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México

En conclusión, la Terminal Remota, se ubica en un sitio susceptible a sismos.

En función de que la zona pretendida para la instalación del proyecto se ubica en la cercanía del municipio de Ensenada y que varias de sus características corresponden a dicho municipio con mayor concordancia, a continuación se desarrollan los aspectos de susceptibilidad empleándose en algunos casos los datos del municipio de Ensenada.

Históricamente en la zona se han registrado sismos de mediana y alta magnitud con relativa constancia, siendo los más relevantes los siguientes:

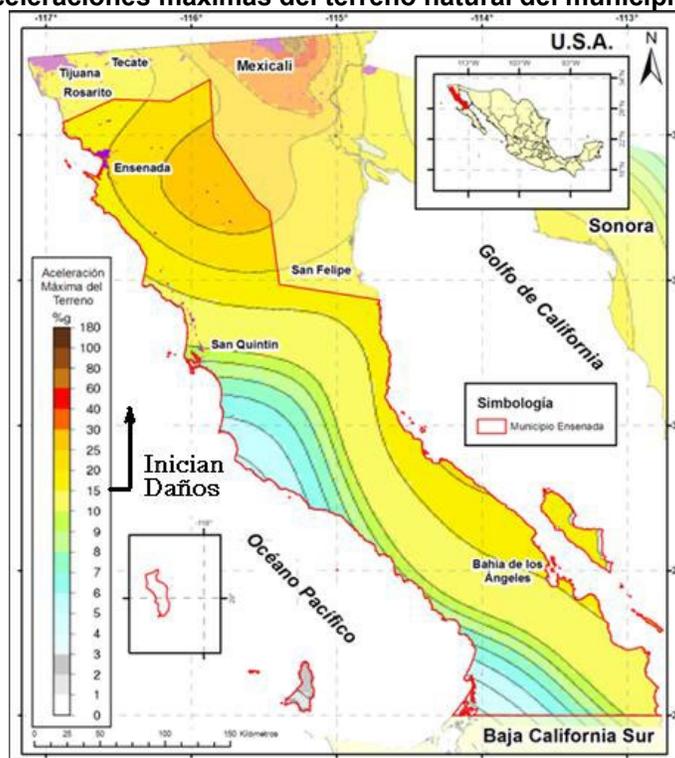
Tabla 17. Sismos Relevantes en la zona del proyecto.

Localización del epicentro			Fecha	Hora	Magnitud en escala Richter
Latitud Norte	Longitud Oeste	Localidad Próxima			
29	-114.0	Laguna Chapala	12-Dic-1902	23:10	7.8

Localización del epicentro			Fecha	Hora	Magnitud en escala Richter
Latitud Norte	Longitud Oeste	Localidad Próxima			
28.5	-113.0	Sta. Gertrudis, Bahía de los Ángeles	29 abril 1954	11:34	7.0
31.9	-115.8	Ensenada, El Sauzal	9 febrero 1956	14:34	6.7
32.1	-115.5	Laguna salada, Mexicali	4 abril 2010	15:40	7.2

Las aceleraciones sísmicas en Ensenada son mayores en las delegaciones de Bahía de los Ángeles, Puertecitos, Valle de la Trinidad, Colonet, Santo Tomás, Maneadero, Cabecera Municipal y Real del Castillo, debido a que sus aceleraciones máximas son superiores a 15%g. Esto se muestra en la **Figura 14**.

Figura 14. Aceleraciones máximas del terreno natural del municipio de Ensenada



Fuente: Atlas de riesgos naturales del municipio de Ensenada

(Si) Corrimientos de tierra?

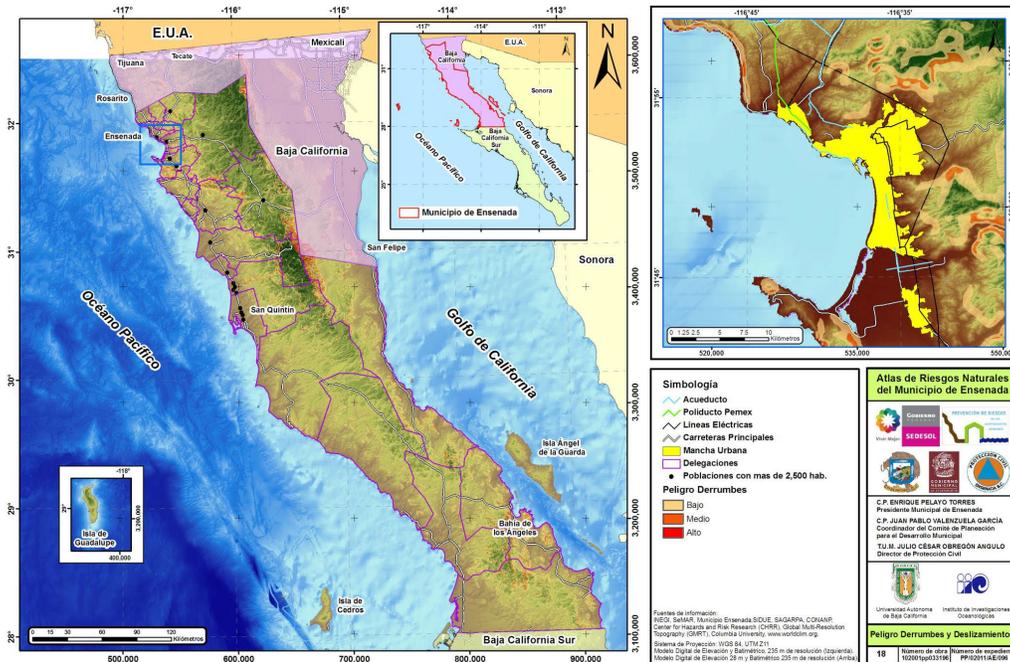
Inestabilidad de laderas

A nivel regional, contenido en el Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Ensenada se reporta un nivel de riesgo alto por los movimientos de material que se presentan en laderas o a lo largo de un talud, debidos a factores como la caracterización de formaciones litológicas, la energía de relieve, densidad de lineamiento, densidad de disección del terreno, precipitación total, zonificación de uso de suelo y, la acción

de la fuerza de gravedad, resultando afectadas varias localidades aledañas a la zona del proyecto, pertenecientes a la cabecera municipal. Se interpreta que la intensa actividad tectónica ha provocado un rápido levantamiento y la formación de un relieve escarpado, principalmente en la zona costera.

En la **Figura 15** se representa el Peligro de Derrumbes y Deslizamientos en los cuales sobresale la Península de Punta Banda la delegación de Maneadero, así como el lado Este de las Sierras de Juárez y San Pedro Mártir.

Figura 15. Peligro de derrumbe y deslizamiento



Fuente: Atlas de riesgos naturales del municipio de Ensenada

Flujos

Si se entiende por flujos:

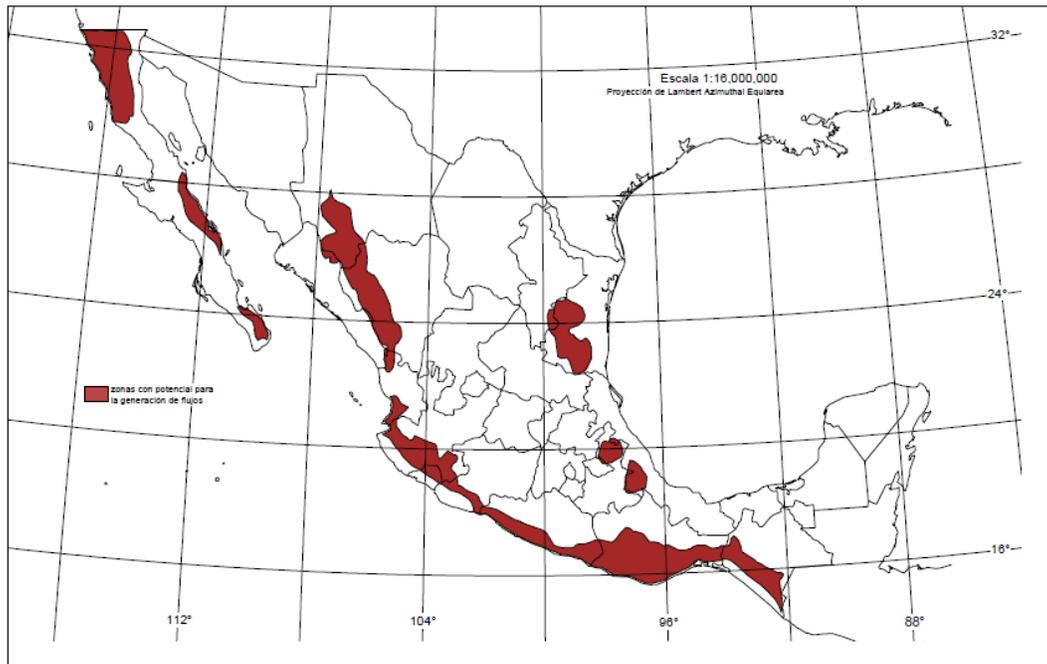
Son masas de material sin cohesión que fluye como un fluido viscoso al sobrepasar su límite líquido, pueden formarse en cualquier material poco consolidado (inclusive puede llegar a afectar los niveles superiores de roca alterada o intemperizada) y hasta en rocas, especialmente pelíticas y esquistosas más o menos descompuestas. Se pueden desplazar grandes distancias.

Son fenómenos básicamente estacionales, es decir, frecuentes en temporada de lluvias, aunque son numerosos los casos relacionados con roturas de conductos de agua, depósitos de agua, o por efecto de la aceleración de deslizamientos, por trastornos en el régimen hidrogeológico e, inclusive, por sacudida sísmica (licuación de arenas). Suele involucrar volúmenes variables de material fino con alto contenido de limos y arcillas. Las velocidades de desplazamiento igualmente pueden ser variables y suelen estar relacionadas con factores como la pendiente de la ladera y la cantidad de agua involucrada en la movilización del material.

Ante el alto potencial destructivo de los flujos se elaboró el mapa de la **Figura 16** de zonificación de peligro a nivel nacional, tomando en cuenta las características geomorfológicas, geológicas y de mayor

probabilidad de incidencia de precipitaciones pluviales que pudieran detonar un flujo de lodo y/o escombros. Además, se tomaron en cuenta las condiciones climatológicas y ambientales que pueden originar una fuente de intemperización de las formaciones geológicas.

Figura 16. Flujos de lodo y escombros por lluvia



Fuente: Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México

(No) Derrumbamientos o hundimientos?

Caídos y derrumbes

Los derrumbes ocurren cuando la resultante de las fuerzas aplicadas a un bloque cae fuera del tercio medio en la base del mismo. El giro o volteo se produce alrededor de un punto de pivote. Este tipo de falla es común en masas rocosas con discontinuidades casi verticales. Hay dos formas, volteo con flexión y volteo de bloques de acuerdo al mecanismo en su estructura física que los provoca.

Por otro lado, los caídos como movimientos que se refieren al descenso rápido y libre de bloques de una serie de discontinuidades en la roca con tamaños y geometría variable, con fuerte pendiente de acantilados influenciados por la gravedad, la erosión y el agua. El movimiento puede incluir deslizamiento, rodamiento, rebotes y caída libre.

Referente a la geología del municipio, las áreas presentan un contacto litológico de rocas sedimentarias calizas en alternancia con lutita intercalada con arenisca, por lo que es roca inestable respecto a su estado físico, como por ejemplo: las lutitas son blandas y fácilmente excavables por los agentes erosivos, principalmente agua.

En el municipio de Ensenada inciden los sismos y debido a la liberación de energía, genera vibraciones en la roca en donde incide el deslizamiento como en las calizas escasamente consolidadas.

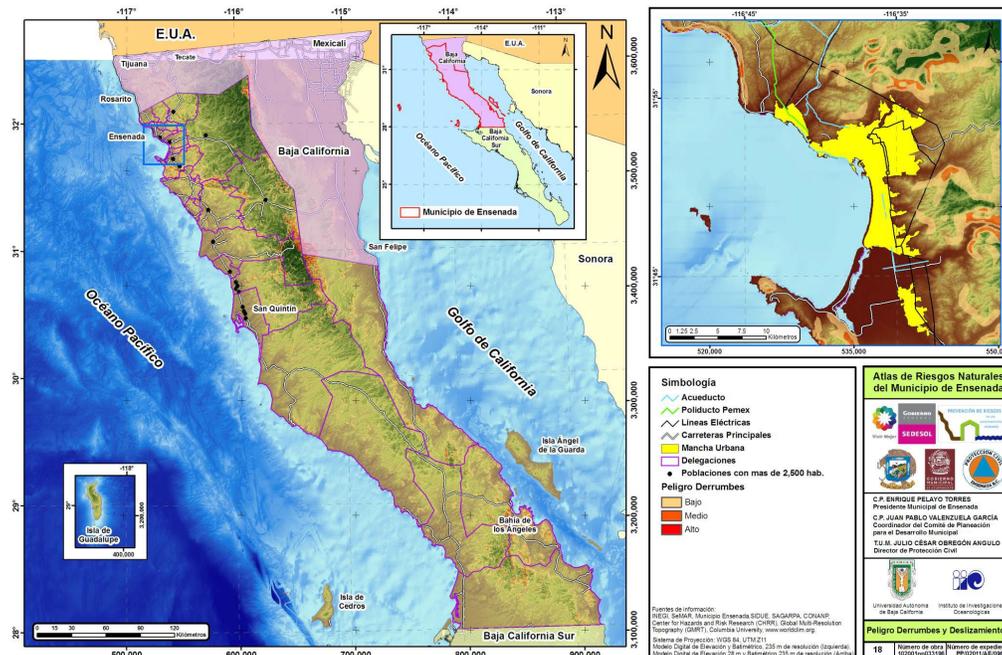
Respecto a las condiciones meteorológicas en periodos de lluvia, tanto en tormentas invernales como en huracanes, las precipitaciones debilitan la resistencia del suelo, principalmente si no hay cobertura vegetal que amortigüe el efecto de la precipitación, la incidencia se da especialmente en zonas donde la topografía es abrupta.

En la zona comprendida entre los kilómetros 84 y 98 de la carretera Escénica Tijuana-Ensenada, la ocurrencia de deslizamientos por gravedad afecta principalmente a zonas donde predominan las rocas sedimentarias de la Formación Rosario. La poca competencia de estas rocas y su buzamiento hacia el W-SW, además de la presencia de lutitas interestratificadas, facilitan el deslizamiento en la dirección de las pendientes. Dicha zona es sísmica y pueden presentarse sismos someros y de tipo enjambre, incrementando la inestabilidad de la zona.

La región en su conjunto tiene una sismicidad moderada y las localizaciones epicentrales no se pueden asociar directamente con las estructuras cartografiadas debido en parte a la inexactitud de la localización. Se interpreta que la intensa actividad tectónica ha provocado un rápido levantamiento y la formación de un relieve escarpado, principalmente en la zona costera.

En la **Figura 17** se muestra el mapa que representa el Peligro de Derrumbes y Deslizamientos en los cuales sobresale la Península de Punta Banda la delegación de Maneadero, así como el lado Este de las Sierras de Juárez y San Pedro Mártir.

Figura 17. Flujos de lodo y escombros por lluvia Peligro de hundimiento por sobreexplotación de acuíferos.



Fuente: Atlas de peligros del Estado de Baja California

En el municipio de Ensenada las partes planas están constituidas por suelo aluvial, eólico y lacustre, el rango granulométrico varía entre grava, arena, limo y arcilla, las partes serranas del mismo están constituidas por rocas consolidadas como Granodiorita y Tonalita.

Las fallas geológicas y los sismos influyen para la formación de los hundimientos, ya que provocan el reacomodo de material.

También el clima, en temporada de lluvias, provoca que los materiales de limo y arcilla se saturen de agua expandiéndose, mientras que en la sequía sucede la contracción.

En una zona ubicada al norte del municipio de Ensenada, hay importantes áreas donde extraen agua por medio de pozos, y en el caso de sobre explotación, ocasionan descenso en el nivel freático y con esto la compactación de los materiales, manifestándose en hundimientos diferenciales, como en la delegación de Maneadero.

(Sí) Efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.)?

Tormentas eléctricas

Para conocer el índice de peligro por tormenta eléctrica a nivel municipal, se consultó la información de los “Mapas de índice de Riesgo a Escala Municipal por Fenómenos Meteorológicos” de la Subdirección de Riesgos Hidrometeorológicos del CENAPRED en su edición de marzo del 2012, observándose en la siguiente **Figura 18** un índice bajo días de tormenta eléctrica.

Figura 18. Categorización del índice de peligro por tormenta eléctrica a nivel municipal.



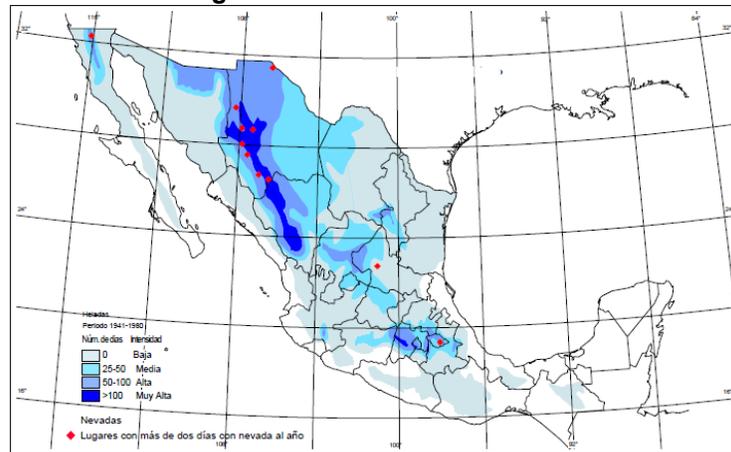
Fuente: Mapas de índice de Riesgo a Escala Municipal por Fenómenos Meteorológicos, CENAPRED

Heladas

A nivel estatal, la temperatura media anual oscila entre 6° en las sierras, hasta 24° en la costa sur municipal del Golfo de California en las delegaciones de Bahía de los Ángeles y Villa de Jesús María. Lo anterior se observa en la siguiente **Figura 19** como Peligro por Bajas Temperaturas que se concentran principalmente en las partes altas de las Sierras de Juárez y San Pedro Mártir. Existen comunicados de autoridades de salud que indican que las bajas temperaturas incrementan un 25 % los problemas de la población en sus vías respiratorias.

En general, el peligro por heladas en el municipio es bajo con 0 días de evento de heladas.

Figura 19. Heladas en México.



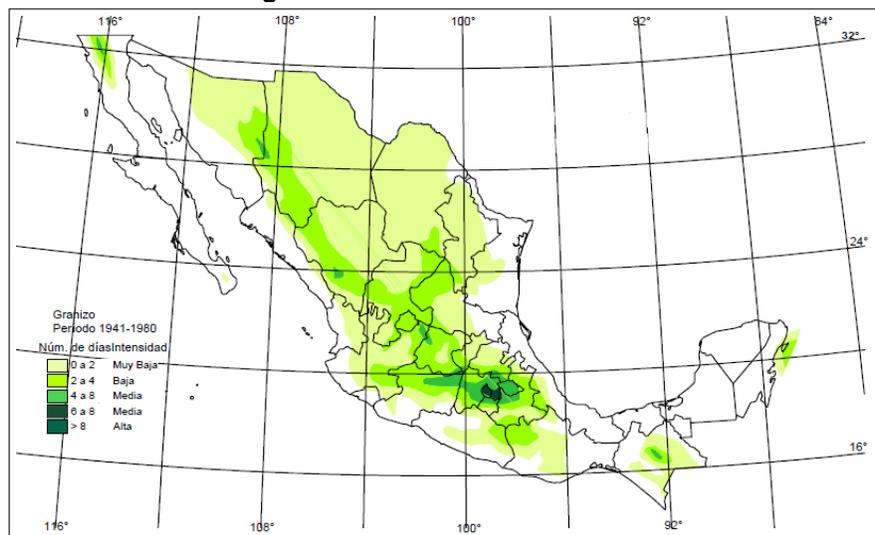
Fuente: Atlas Nacional de México, UNAM, Instituto de Geografía, 1990

Granizadas

Las zonas más afectadas de México por tormentas de granizo son el altiplano de México y algunas regiones de Chiapas, Guanajuato, Durango y Sonora. Esto se observa en la **Figura 20**.

Durante el periodo de 1979-1988, según registros de la Comisión Nacional del Agua, los estados que sufrieron más daños en la agricultura fueron: Guanajuato (109,767 ha), Chihuahua (56,355 ha), Tlaxcala (51,616 ha), Nuevo León (37,837 ha) y Durango, (35,393 ha).

Figura 20. Granizadas en México.



Fuente: Atlas Nacional de México, UNAM, Instituto de Geografía, 1990.

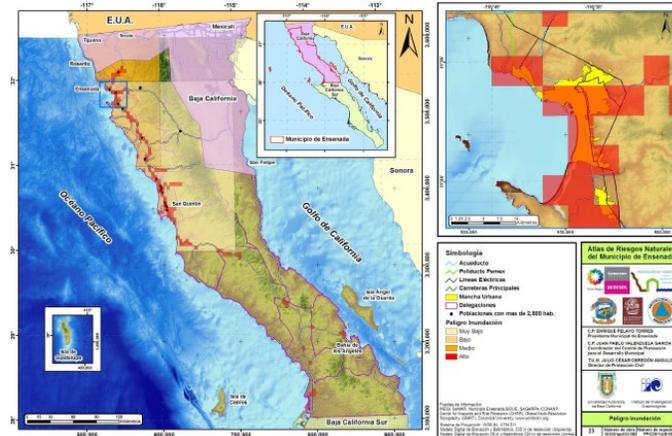
Fuente: Atlas Nacional de México, UNAM, Instituto de Geografía, 1990

Afecta a una zona muy limitada del municipio con intensidad baja a muy baja presentándose de 2 a 4 días.

(No) Inundaciones (historial de 10 años)?

A nivel estatal se detectaron y georreferenciaron 121 zonas con alto riesgo de inundación y se determinaron los milímetros de lluvia que al acumularse a lo largo de un día representarán para Protección Civil lo siguiente: 24 mm acción, 44 mm inundación menor, 58 mm inundación moderada y 78 mm inundación mayor y evacuación. Estas locaciones se concentran en la zona costera que están alejadas de la localidad de Mexicali donde se ubica el proyecto del presente estudio, como se observa en la **Figura 21**.

Figura 21. Inundaciones.



Fuente: Atlas de peligros del Estado de Baja California

(Sí) Pérdidas de suelo debido a la erosión?

La palabra erosión proviene del latín erosión que significa: el desgaste que se produce en la superficie del suelo por la acción de agentes externos como el viento y el agua y que son acelerados por la acción del Hombre.

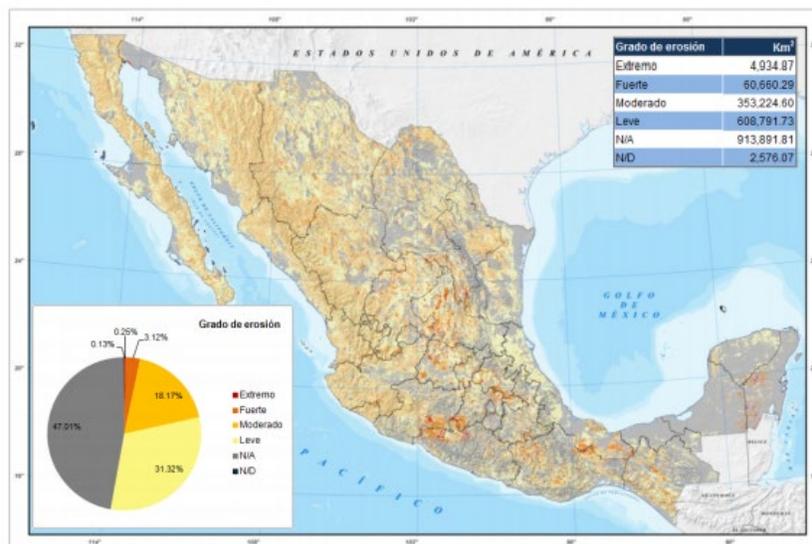
Tipos de erosión antrópica Ocorre cuando el agente causal directo es el Hombre, al modificar el paisaje natural de manera abrupta e irreversible (mediante la construcción de carreteras, presas, asentamientos urbanos, líneas de transmisión, gasoductos, etc.)

Erosión hídrica Resulta cuando el agente causal de la erosión es el agua, en sus formas de torrente, lluvia, arroyadas, granizadas, crecida de ríos y el efecto del riego. El agua es un agente erosivo muy enérgico.

Erosión eólica Sucede cuando el agente causal de la erosión es el viento en diversas formas como remolino, tolveneras o tornados.

En la siguiente **Figura 22**, se muestra el grado de erosión a nivel nacional y en la localidad de Mexicali se presenta un grado moderado.

Figura 22. Grado de erosión.



Fuente: INEGI (2014b)

(No) Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión?

(No) Riesgos Radiológicos?

(Si) Huracanes?

No se consideró la influencia de los vientos generados por tornados debido a que existe escasa información al respecto y por estimarlos como eventos de baja ocurrencia, que de manera perceptible sólo se presentan en algunas regiones de los estados de Sonora, Coahuila, Nuevo León, Chihuahua y Tamaulipas, tal y como lo reporta la National Climatic Data Center de Estados Unidos, en su análisis de zonas con probabilidad de presentar tornados en América del Norte.

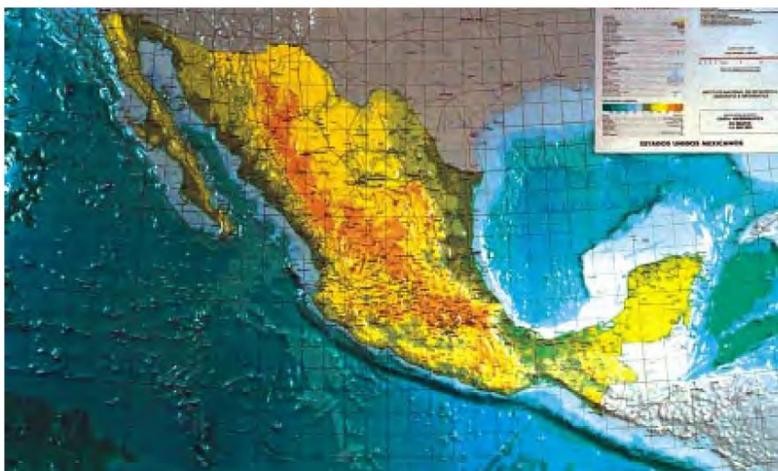
La marea de tormenta, es a escala mundial, la principal causa de pérdidas de vidas humanas asociadas a los huracanes; en México, venturosamente, no tiene la importancia que adquiere en otros países, como los Estados Unidos de Norteamérica o Bangladesh, por ejemplo. Esto se debe a que la plataforma continental es muy abrupta en la mayor parte de nuestros mares y el perfil costero adquiere rápidamente pendientes pronunciadas; sin embargo, no siempre se da la situación anterior, que además no evita que en huracanes intensos haya inundaciones importantes en la franja más cercana a la costa.

La información disponible sobre la incidencia de huracanes y sobre la batimetría y topografía costera permite identificar regiones con distinto grado de peligro por este fenómeno. Una representación general del problema se muestra en el mapa de la **Figura 23** y **Figura 24**, que se fundamenta en las siguientes consideraciones (Rosengaus, 1998):

La costa del Pacífico desde la frontera con Guatemala hasta Puerto Ángel tiene un peligro moderado porque la plataforma continental tiene un desarrollo bastante largo, aunque la topografía costera es relativamente abrupta. Desde Puerto Ángel hasta Cabo Corrientes, el peligro es bajo porque la plataforma continental es muy corta. De allí hasta bien entrado el Golfo de California, el riesgo es moderado: la plataforma continental es angosta y las aguas son profundas; sin embargo, hay efectos asociados con la forma del golfo que amplifican el fenómeno. En la parte norte del Golfo de California la batimetría es poco

profunda y la dinámica del golfo propicia mareas altas; sin embargo, se trata de una zona donde la incidencia de huracanes es menor, por lo que el riesgo es también moderado. En la parte externa (occidental) de la península de Baja California se tiene un riesgo moderado hasta San Quintín, y bajo al norte de esa localidad.

Figura 23. Batimetría de la República Mexicana.



Fuente: Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México

Figura 24. Grado de peligro por presencia de ciclones tropicales.



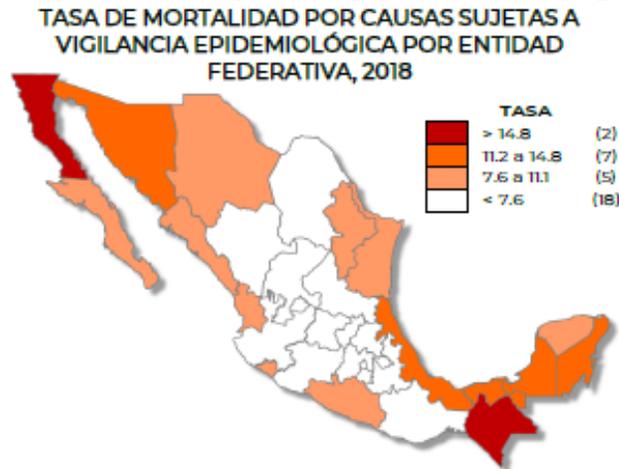
Fuente: Mapas de índice de Riesgo a Escala Municipal por Fenómenos Meteorológicos, CENAPRED

III.4. Sí es de su conocimiento que existe un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área de las instalaciones, proporcione la información correspondiente.

En adelante se exponen los resultados en el mapa de la **Figura 25** que integran el informe de Panorama Epidemiológico y Estadístico de la Mortalidad por Causas Sujetas a Vigilancia Epidemiológica en México 2018, elaborado por la Secretaría de Salud. Para el cumplimiento con el alcance de este apartado se

reportarán los resultados a nivel estatal para Baja California que presenta una tasa alta mayor a 14.8 defunciones por causas sujetas a vigilancia epidemiológica.

Figura 25. Tasa de mortalidad por causas sujetas a vigilancia epidemiológica por entidad federativa, 2018.



Fuente: informe de Panorama Epidemiológico y Estadístico de la Mortalidad por Causas Sujetas a Vigilancia Epidemiológica en México 2018

III.5. Puntos importantes de interés cercanos a la instalación o proyecto en un radio de 500 metros

DOMICILIO DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA) ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

La localización pretendida de la Terminal Remota es:

[REDACTED]. El único punto de interés cercano a la instalación dentro del radio de 500 metros está constituido por las instalaciones del Cliente (Procesadora y Empacadora de Carnes, S.A. de C.V., Don Fileto), no se ubica ningún área habitacional, de servicios, centros de trabajo ni ningún otro punto de interés desde el punto de vista de posible afectación a la población. Tampoco hay áreas naturales o hábitats sensibles que puedan verse afectados. En la **Figura 26** se muestra la ubicación de la Terminal Remota y el aspecto del entorno en un radio de 500 metros.

Figura 26. Ubicación de la Terminal Remota y puntos de interés en su entorno.



Fuente: Elaboración propia con información de Google Earth Pro y Google Maps.

La Terminal Remota se ubicará en el interior de la Planta del Cliente.

Las localidades o asentamiento humanos cercanos a distancias mayores a 500 m de la Terminal Remota, son las siguientes:

PUNTO CARDINAL	POBLACIÓN
Noreste	4.94 km Ejido Guanajuato
Norte	1.0 km Localidad El Encanto
Noroeste	1.15 km Instalaciones agropecuarias y asentamientos humanos
Este	0.5 km Campos de cultivo
Sur	1.1 km Instalaciones agropecuarias y asentamientos humanos

En un radio mayor a 1 km se observan asentamientos irregulares e instalaciones de tipo agropecuaria y localidades de asentamientos humanos y a menos de 1 Km al Norte la localidad El Encanto. No se identificaron otras áreas de interés en la cercanía de la Terminal Remota.

Dadas las características y ubicación de la Terminal Remota (dentro del predio del Cliente), las posibles afectaciones serían principalmente las instalaciones de la misma Terminal Remota y del Cliente, tales como:

- Tanque de guarda criogénico.
- Vaporizadores.
- Estación de regulación (Manifold).
- Autotanque en caso de carga.
- Unidades vehiculares localizadas en la cercanía.
- Personal ubicado en el perímetro de 500 m.
- Infraestructura del Cliente (instalaciones eléctricas, áreas productivas, etc.).

III.6. Medidas preventivas o programas de contingencias que se aplicarán, durante la operación normal de la instalación, para evitar deterioros del medio ambiente.

Es importante señalar que, durante las visitas al predio, se observó que, por las condiciones físicas y biológicas presentes en la zona, se encuentra impactados por las actividades que se han realizado en el área, mismas que han incidido en la eliminación de la vegetación y en la emigración de la fauna silvestre. Por otra parte, el área donde se ubicará la Terminal Remota se encuentra ubicada dentro de una zona de desarrollo industrial, lo que hace que la flora y la fauna que existía en el lugar sea nula o escasa.

Vegetación en el sitio de Proyecto de la Terminal Remota

En el área en comodato donde se pretende realizar la instalación del proyecto no se presenta el tipo de vegetación que se describe en el municipio pues, hoy en día el área destinada al proyecto es industrializada debido a que se encuentra dentro del área en comodato del cliente.

Fauna en el sitio de Proyecto de la Terminal Remota

Debido a que el proyecto se ubicará dentro de un predio ya impactado previamente, no existe la presencia de fauna en dicho predio. En el área en comodato, correspondiente a una superficie de 500 m² no se ha registrado la presencia de fauna silvestre.

Paisaje.

La inclusión del paisaje en un estudio de impacto ambiental se sustenta en dos aspectos fundamentales: el concepto «paisaje» como elemento aglutinador de toda una serie de características del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene el paisaje de los efectos derivados del establecimiento del proyecto.

Visibilidad: dada la escasa vegetación arbórea el área presenta una visibilidad del 100%, esto es que, desde cualquier límite, se puede observar completamente el área.

Calidad paisajística: en cuanto a las características intrínsecas del sitio se puede determinar que la calidad paisajística es baja.

Fragilidad: la fragilidad de este tipo de áreas es considerada como alta, ya que es altamente influenciada por efectos nocivos ocasionados por contaminación y desechos sólidos provenientes de industrias.

Es importante señalar que, debido a las características físicas y biológicas que existen en el área no se cuenta con una gran diversidad de flora, esto debido a que es una zona donde actualmente el cliente desarrolla sus actividades, por lo cual se registra que el paisaje ya ha sido impactado previamente.

Con base en lo anterior, se determinó que no existen componentes claves, relevantes o críticos en el área donde se instale la Terminal Remota de Suministro de Gas Natural, para que el funcionamiento del sistema en general sufra alteraciones, modificaciones o cambios mayores de los que actualmente se presentan en la zona.

Diagnóstico ambiental.

En este punto se realizará un análisis con la información que se recopiló en la fase de caracterización ambiental, con el propósito de hacer un diagnóstico del sistema ambiental previo a la realización del proyecto, en donde se identificarán y analizarán las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural y grado de conservación del área de estudio y de la calidad de vida que pudieran presentar en la zona por el aumento demográfico y la intensidad de las actividades productivas, considerando aspectos de tiempo y espacio.

A. Integración e interpretación del inventario ambiental

El proyecto se ubicará dentro del municipio de Mexicali en el estado de Baja California, como se mencionó anteriormente por lo que se tomó en cuenta los datos del municipio para cubrir los aspectos del inventario ambiental.

En el municipio de Mexicali predominan los climas de tipo muy secos, son climas extremos, con temperaturas máximas, principalmente durante los meses de julio y agosto donde la evaporación excede en gran medida a la precipitación. En cuanto a los vientos, la parte más ventosa del año dura 3.5 meses, del 14 de marzo al 29 de junio, con velocidades promedio del viento de más de 12.0 kilómetros por hora.

En cuanto a la hidrología del municipio, convergen dos regiones hidrológicas, la región hidrológica número 4 o Baja California Noreste y la región hidrológica 7 o Río Colorado, sin embargo, en el predio en comodato donde se pretende implementar el proyecto, no se ubican corrientes hidrológicas. De igual manera, en este predio no se ubican cuerpos de agua subterráneas.

Por otro lado, en cuanto la vegetación de la región, esta flora es la común de zonas semidesérticas, la cual trae como consecuencia la presencia de especies silvestres típicamente xerofitas. No obstante, en el sitio en comodato debido a que cuenta con un área de 500 m² y debido a que este se encuentra impactado por las actividades del cliente, no se registra la presencia de vegetación en el área donde se instalarán los equipos.

En cuanto a la fauna, en la región existen especies de: lagartija, iguana, culebra y víbora de cascabel. Debido a que el proyecto se ubicará dentro de un predio ya impactado previamente, no existe la presencia de fauna en dicho predio. En el área en comodato, correspondiente a una superficie de 500 m² no se ha registrado la presencia de fauna silvestre.

En cuanto al paisaje, se registra que el paisaje ya ha sido impactado previamente debido a las actividades que el cliente lleva a cabo.

B. Síntesis del inventario

Tomando en cuenta lo anterior, así como las características del Sistema Ambiental objeto de estudio y considerando los lineamientos de la Región Ecológica 3.34 donde se ubica la Unidad Ambiental Biofísica 6. Desierto de Altar en Baja California, se refieren un ambiente donde existe una baja degradación de los

suelos y una degradación media de la vegetación. Asimismo, se reporta que en esta UAB existe un porcentaje de cuerpos de agua muy bajo.

Por lo anterior y con base en el trabajo de campo y a la evidencia fotográfica que se anexa, es claro que el proyecto no afecta a componentes ambientales como vegetación natural, especies de fauna silvestre, sin presencia de especies protegidas, dada que se localiza en zona urbana impactada.

El diagnóstico ambiental resulta de analizar el Sistema Ambiental que se da en la Unidad Biofísica Ambiental en que se encuentra ubicado el predio donde se pretende realizar la instalación de la Terminal Remota de GNL con base en la política ambiental, lineamientos, estrategias y criterios de regulación ecológica. En ese sentido se considera que el proyecto en sí mismo no modificará el Sistema Ambiental existente esto debido a que el área donde se pretende implementar abarca una superficie de 500 m², además que esta superficie en comodato se encuentra dentro de las instalaciones del cliente, y dicha superficie ha sido impactada previamente debido a las actividades propias del cliente.

Como se ha mencionado previamente, debido a la superficie del predio en comodato donde se pretende implementar el presente proyecto y debido a que se localiza dentro de las instalaciones del cliente, donde este realiza sus actividades productivas, no se registra en esta área la presencia de flora y fauna silvestre. Esto sugiere que a pesar de que el predio tiene antecedentes de perturbación antrópica desde hace años, el hecho de instalar los equipos para el suministro de gas natural licuado genera impactos de menor magnitud.

Como resultado de la evaluación de las características ambientales, y de acuerdo con la información cartográfica y el trabajo de campo realizado, se puede concluir que la ubicación geográfica del proyecto se encuentra en un lugar estratégico y privilegiado, pues las afectaciones al medio ambiente por causa de su instalación serán menores. En las diversas visitas realizadas a campo, no se logró observar especies de flora y fauna catalogadas con algún estatus de protección.

Cercano al predio no se localizan fallas ni fracturas geológicas de ningún tipo. El área del Proyecto, así como el resto de la zona es asísmica, no presenta derrumbes, y deslizamientos.

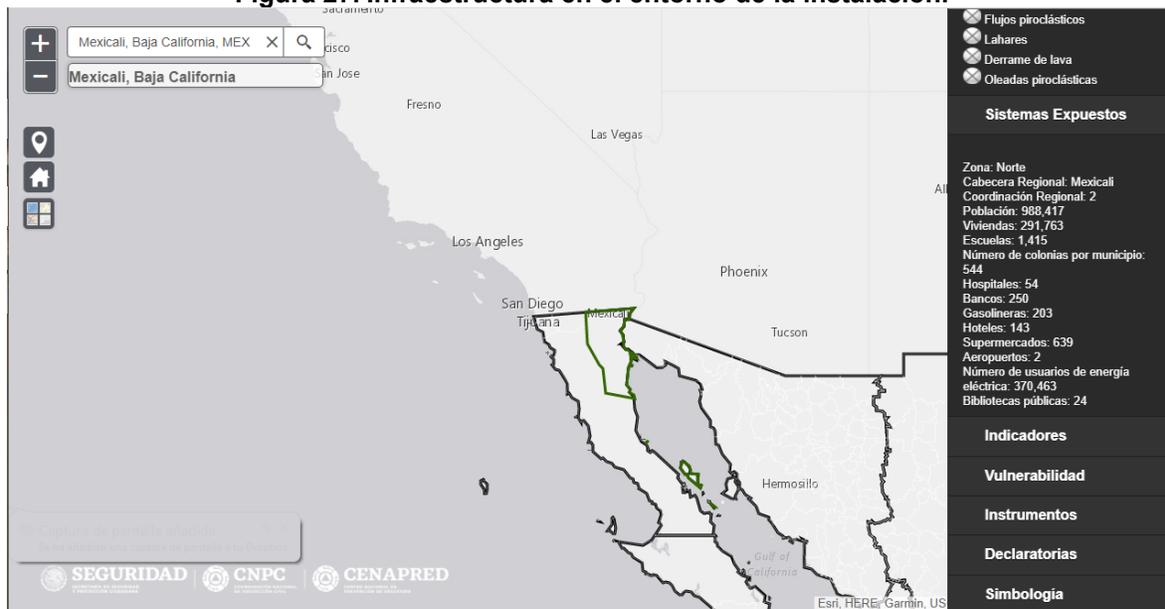
Por otra parte, la zona de intervención del proyecto no interferirá con los flujos hídricos del municipio debido a que no existen corrientes cercanas al área de intervención.

Finalmente, el proyecto no representa una amenaza a sitios históricos y/o culturales del municipio de Mexicali.

Vulnerabilidad y nivel de exposición en la localización de la instalación

De la investigación realizada en el municipio de Mexicali, no se observan receptores de otro tipo o categoría como los identificados en el mapa de Indicadores Municipales de Peligro, Exposición y Vulnerabilidad del Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED que se muestra en la **Figura 27** en el cual se observan los receptores como: colonias, viviendas, escuelas, hospitales, bancos, gasolineras, supermercados, aeropuertos, bibliotecas.

Figura 27. Infraestructura en el entorno de la instalación.



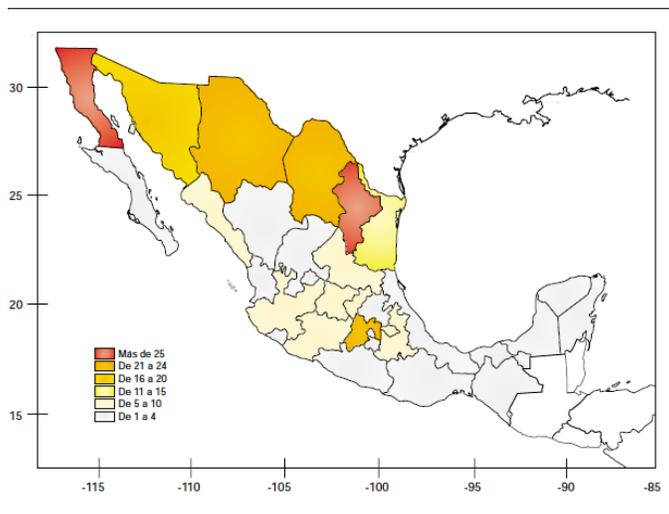
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos, CENAPRED

La población más cercana es al Norte y es conocida como “El Encanto”, aproximadamente a 1 km de distancia en dirección Norte.

Agentes perturbadores

Agentes perturbadores de tipo químico tecnológico como son los polvorines no existen en la cercanía, sin embargo, a nivel estatal existe la siguiente caracterización de la industria química que se muestra en el mapa de la **Figura 28**. Así también, a nivel estatal, se ubican sitios de extracción de materiales como se muestra en el mapa mostrado en adelante.

Figura 28. Distribución espacial de parques industriales a nivel estatal.



Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

Sanitario ecológico referente a epidemias y registrados no se localizan en el perímetro de la instalación, sin embargo, se ha comentado este apartado a nivel estatal.

Sobre los hidrometeorológicos, ya han sido previamente comentados.

El riesgo geológico por erosión e inestabilidad de laderas ya ha sido descrito.

Deterioro esperado en la flora y fauna por la realización de las actividades de la instalación.

Como resultado de la evaluación de las características ambientales, y de acuerdo con la información cartográfica y el trabajo de campo realizado, se puede concluir que la ubicación geográfica pretendida para la Terminal Remota se encuentra en un lugar en el cual las afectaciones al medio ambiente por causa de su operación serán menores. En las diversas visitas realizadas a campo, no se logró observar especies de flora y fauna catalogadas con algún estatus de protección.

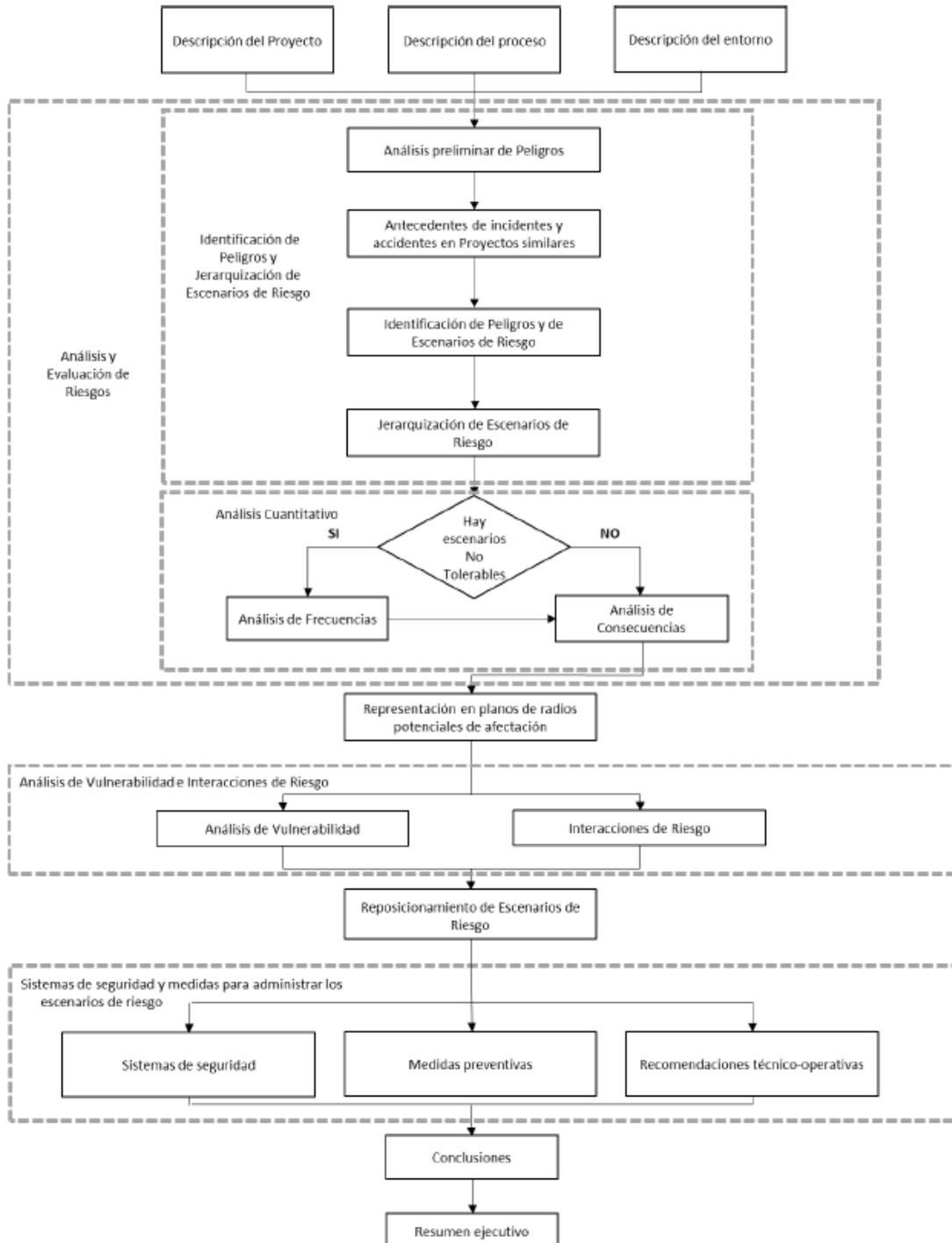
Con base en lo descrito anteriormente se concluye que, para el caso de la ubicación de la Terminal Remota, las condiciones naturales del lugar se encuentran transformadas o modificadas. Por otra parte, la Terminal Remota no interfiere con los flujos hídricos del municipio debido a que no existen corrientes cercanas al área donde se ubica.

Por lo previamente expuesto, se deduce que los efectos de la ocurrencia de los eventos de riesgo, tanto en el caso del más severo como del más probable tendrían un impacto adverso poco significativo para la fauna y la flora debido a que no se encontraron especies nativas de la zona. En cuanto a la posibilidad de afectación a las personas, las implicaciones de la ocurrencia de los eventos antes mencionados, hay alguna posibilidad de implicación para los trabajadores que laboran en las instalaciones del Cliente, solamente en el caso del evento más severo.

IV. SELECCIÓN DE METODOLOGÍAS

El Desarrollo del análisis de riesgo de proceso incluye las actividades descritas en la **Figura 29**.

Figura 29. Diagrama de bloques para el desarrollo del análisis de riesgo.



Para seleccionar las metodologías a emplear para esta etapa, se utilizaron los criterios establecidos por la Guía Técnica para realizar Análisis de Riesgos de Proceso Clave: 800-16400-DCO-GT-75 Revisión: 1, Fecha: 10/08/2012., y que se resumen en la **Tabla 18**.

Tabla 18. Metodologías de acuerdo con la etapa de vida del proceso.

Etapa	LV	¿Qué pasa sí?/LV	FMEA	HAZOP	AAE	AAF	AC
Investigación y desarrollo		✓	✓				
Diseño conceptual	✓	✓	✓				
Operación de planta piloto	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ingeniería de detalle	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Construcción y arranque	✓	✓	✓				
Operación rutinaria	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Expansión o modificación	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Desmantelamiento	✓	✓	✓				
LV (Lista de Verificación) FMEA (Análisis de modos de falla y sus efectos) AAE (Análisis de árboles de eventos) AAF: (Análisis de árboles de fallas) AC (Análisis de consecuencias)							

Para la elaboración del Análisis de riesgo de proceso, se constituyó un grupo multidisciplinario, esto con la intención de definir los nodos de la totalidad de las áreas productivas y de servicios.

Los nodos identificados por el Grupo Multidisciplinario son los que se muestran en la **Tabla 19**. Adicionalmente, se definen las metodologías seleccionadas para ser aplicadas durante el desarrollo de cada una de las etapas del análisis.

Tabla 19. Aplicación de metodologías por nodo.

Nodo	Equipo / sistema o actividad	Análisis Preliminar de Peligros	Identificación de peligros y evaluación de riesgos
1	Tanque criogénico de guarda de GNL	Lista de verificación	Análisis ¿Qué pasa sí?
2	Vaporizador	Lista de verificación	Análisis ¿Qué pasa sí?
3	Estación de regulación de presión y medición de flujo	Lista de verificación	Análisis ¿Qué pasa sí?
4	Recepción de GNL	Lista de verificación	Análisis ¿Qué pasa sí?
5	Factores ambientales / Factores externos	Lista de verificación	Análisis ¿Qué pasa sí?

Para el análisis de consecuencias se utilizó como herramienta el simulador PHAST, Versión 8.4.

V. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS

V.1. Antecedentes de incidentes y accidentes de proyectos e instalaciones similares.

El análisis histórico de accidentes (AHA) es una herramienta de identificación de riesgos que hace uso de los datos históricos. La ventaja de esta técnica radica en que se refiere a accidentes ya ocurridos y, aunque ello implique singularidad acerca de los sucesos, precursores o eventos intermedios que lo desencadenaron, hay una ventaja en cuanto a la veracidad y calidad de ello si el trabajo de recopilación e integración de registros cumple con estándares y buenas prácticas internacionales.

El análisis histórico de accidentes también es valioso como referente de estudios comparativos o verificaciones y validaciones sobre la modelación de estimación de consecuencias.

Por otro lado, y en relación con el presente análisis, a nivel nacional se obtuvieron los siguientes registros actualizados sobre antecedentes de accidentes en el sector económico industrial.

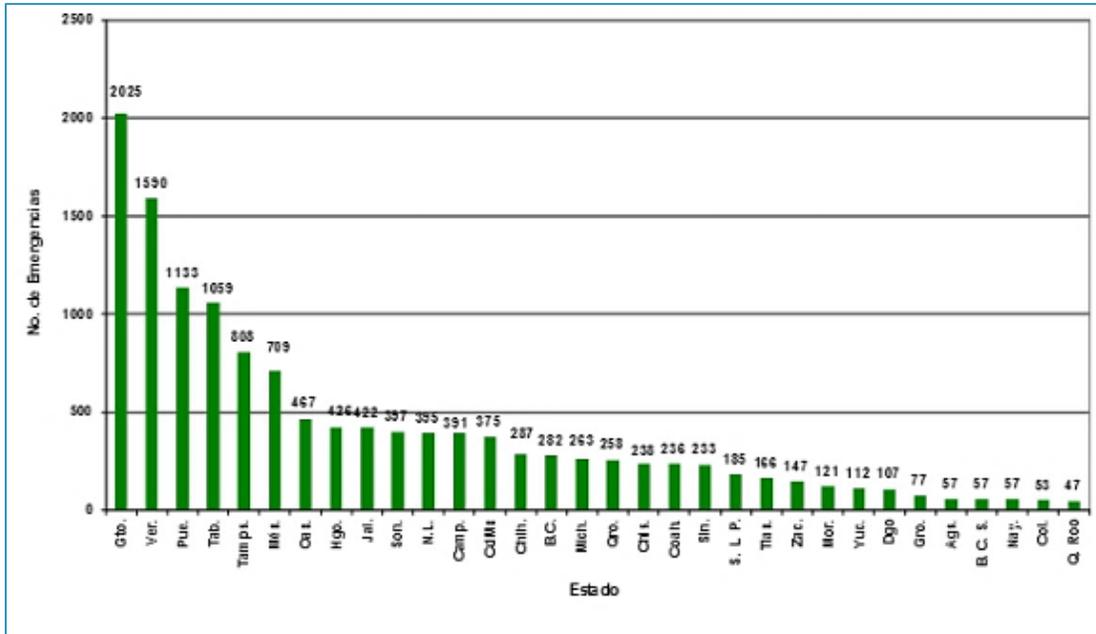
En la **Figura 30**, **Figura 31** y **Figura 32** se muestran los resultados de los análisis estadísticos de accidentes a nivel nacional en la industria química donde se manejan las siguientes sustancias.

Figura 30. Sustancias involucradas en emergencias químicas (2018).



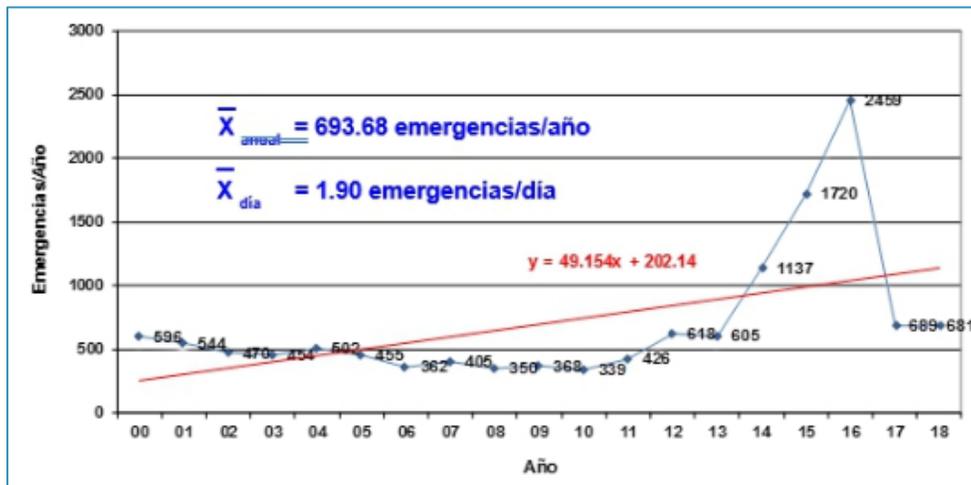
Fuente: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)

Figura 31. Emergencias químicas reportadas a la PROFEPA (2000-2018).



Fuente: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)

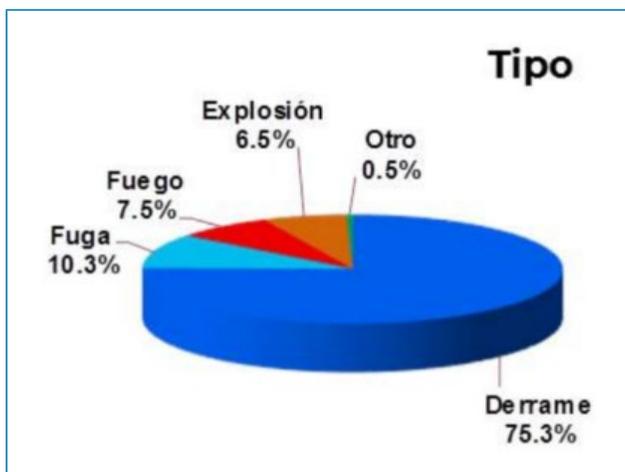
Figura 32. Emergencias químicas reportadas a la PROFEPA (2000-2018) Tendencias.



Fuente: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)

En la **Figura 33** se presenta el gráfico de los resultados de los análisis estadísticos de accidentes a nivel nacional en la industria, en específico de los ramos de la industria química que manejan las sustancias mencionadas al inicio de este apartado.

Figura 33. Estadística de tipos de accidentes.



Fuente: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)

Se obtuvo el siguiente gráfico (**Figura 34**) a partir de los resultados del análisis estadístico de los datos integrados para “tipo de evento” pero en relación con la ubicación donde se presentan los accidentes.

Figura 34. Estadística de accidentes por su origen.



Fuente: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)

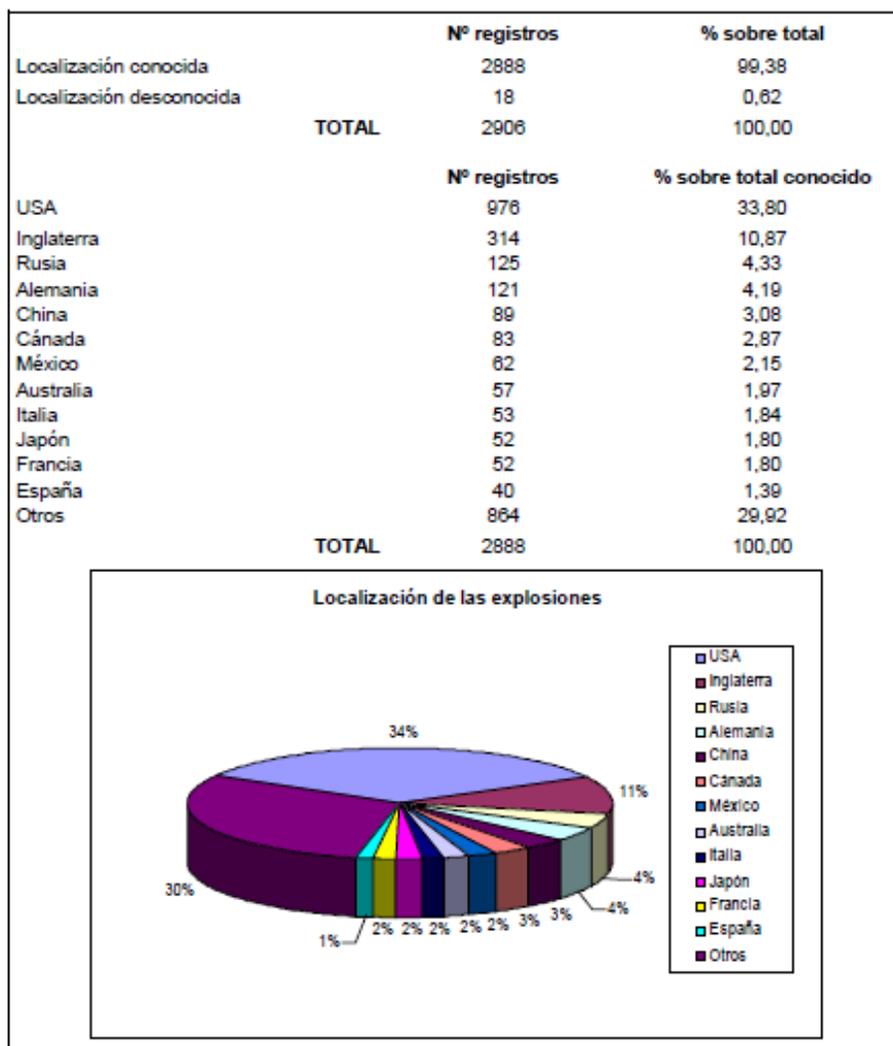
Es importante mencionar que a nivel internacional, el manejo de los datos sobre accidentes en la industria toma referentes y criterios de análisis estadístico diferentes por lo que las bases de datos que se integran, como es la Base de Datos MHIDAS (Major Hazard Incident Data Service) se desarrolla y gestiona por instancias y personal especializado como la SRD (Safety and Reliability Directorate) perteneciente al AEA Technology, en representación del Major Hazard Assessment Unit del United Kingdom Health and Safety Executive.

El sistema que en la actualidad integra más de 11000 registros de accidentes (V. octubre 2013), disponible en CD ROM y actualizada trimestralmente, ha sido creado para registrar detalles de aquellos incidentes que involucran sustancias o materiales peligrosos que han provocado o tienen el riesgo potencial de

producir un impacto grave en la sociedad. La información seleccionada en cada accidente es recuperada por ingenieros profesionales a partir del material publicado en todo el mundo sobre accidentes industriales. MHIDAS contiene registros de más de 95 países de todo el mundo. Esta base de datos se comenzó a principios de los 80's y es constantemente actualizada.

En la **Figura 35** se muestra el lugar que ocupa nuestro país en relación con los accidentes industriales con eventos de explosión, relacionados con el manejo de sustancias químicas, así como de hidrocarburos, registrados y notificados a la autoridad e integrados a las bases de datos como la base de datos MHIDAS.

Figura 35. Estadística de tipos de accidentes por país.

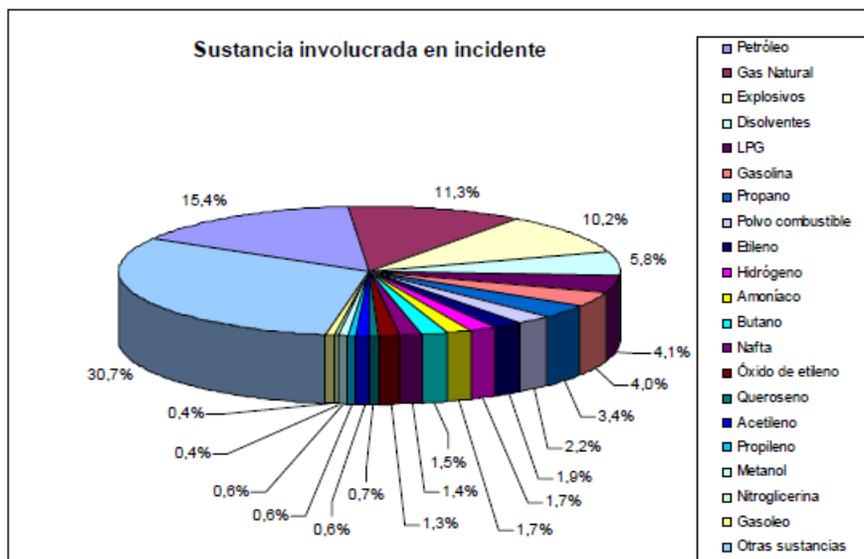


Las sustancias involucradas en accidentes de eventos explosivos, son las que se incluyen en la **Figura 36**.

Figura 36. Estadística de tipos de accidentes por sustancias involucradas.

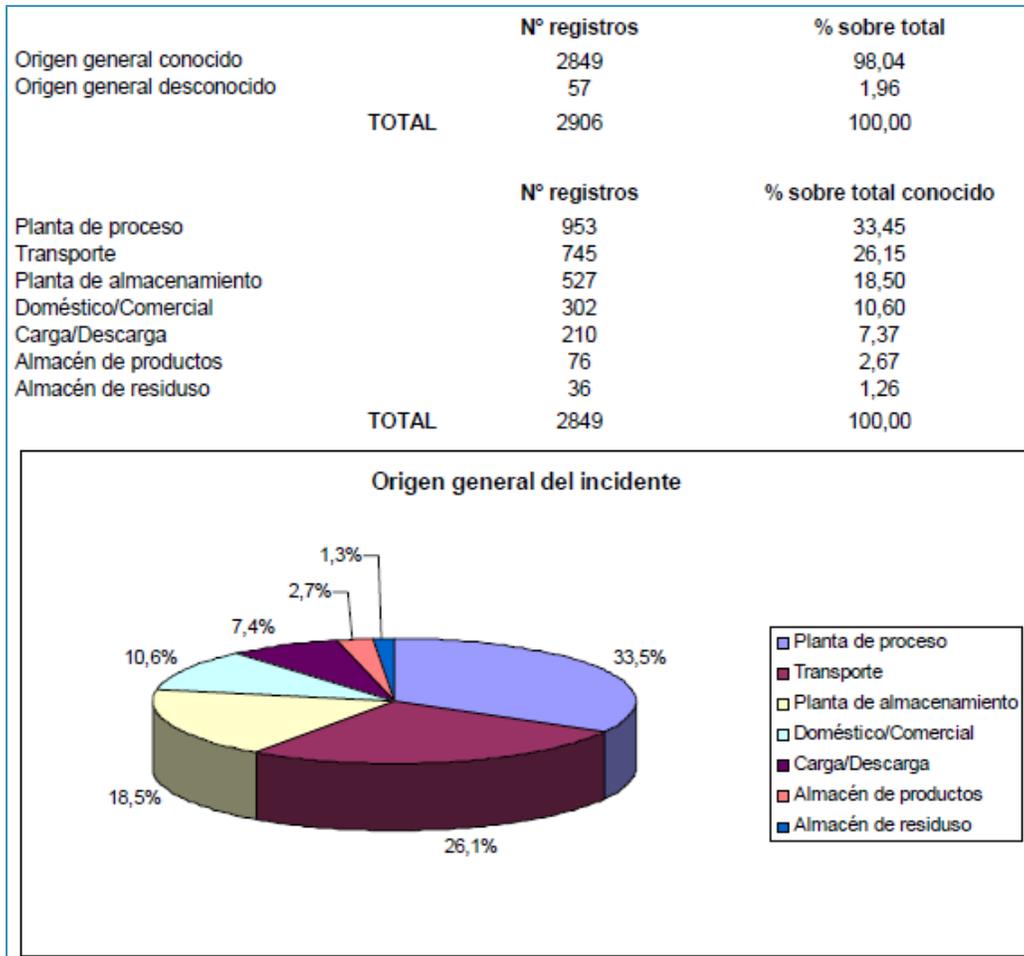
	N° registros	% sobre total
Registro de sustancias conocido	2844	97,87
Registro de sustancias desconocido	62	2,13
TOTAL	2906	100,00

Nombre de la sustancia	N° registros	% sobre total conocido
Petróleo	438	15,40
Gas Natural	321	11,29
Explosivos	289	10,16
Disolventes	166	5,84
LPG	118	4,15
Gasolina	113	3,97
Propano	98	3,45
Polvo combustible	62	2,18
Etileno	53	1,86
Hidrógeno	49	1,72
Amoniaco	49	1,72
Butano	44	1,55
Nafta	41	1,44
Óxido de etileno	38	1,34
Queroseno	19	0,67
Acetileno	18	0,63
Propileno	17	0,60
Metanol	16	0,56
Nitroglicerina	12	0,42
Gasóleo	11	0,39
Otras sustancias	872	30,66
TOTAL	2844	100,00



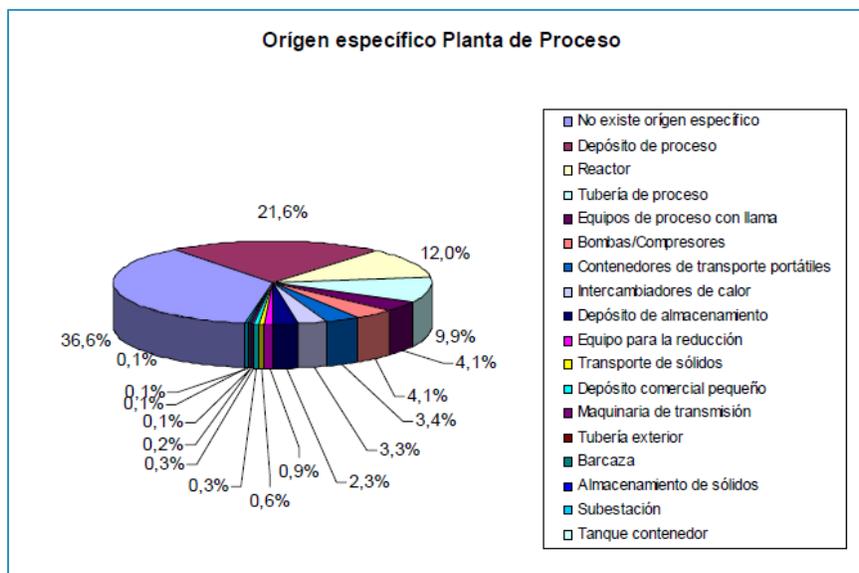
Si se considera el origen genérico de los accidentes se obtiene la **Figura 37** y se observa que los mayores porcentajes le corresponden a planta de proceso y a transporte carretero.

Figura 37. Estadística de tipos de accidentes por su origen/actividad.



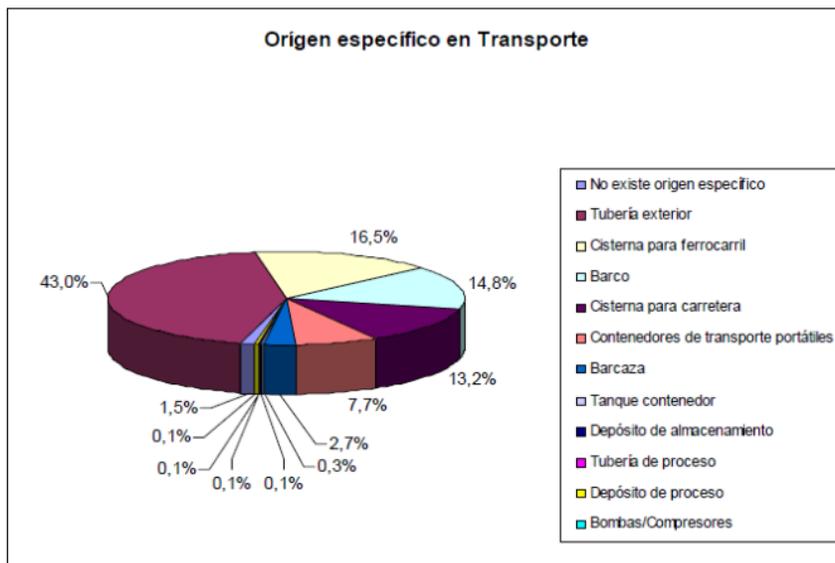
Si se considera el origen específico de los accidentes se obtiene el gráfico mostrado en la **Figura 38** donde se observa que los mayores porcentajes le corresponden a planta de proceso y a transporte carretero.

Figura 38. Estadística de tipos de accidentes por su origen en plantas de proceso.



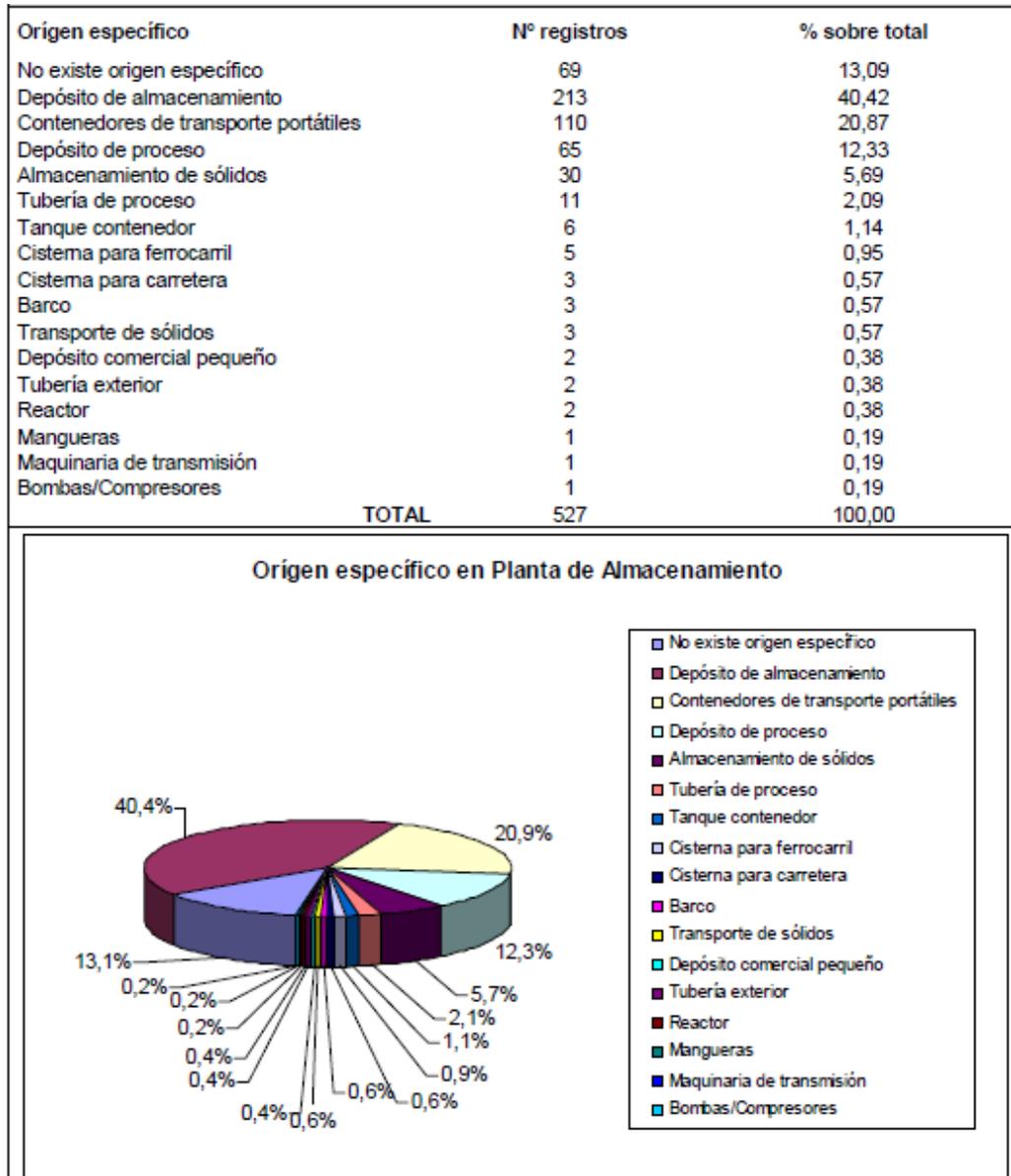
En tanto que, si se considera el transporte de sustancias como origen específico, se obtiene la siguiente gráfica (Figura 39).

Figura 39. Estadística de tipos de accidentes en transporte.



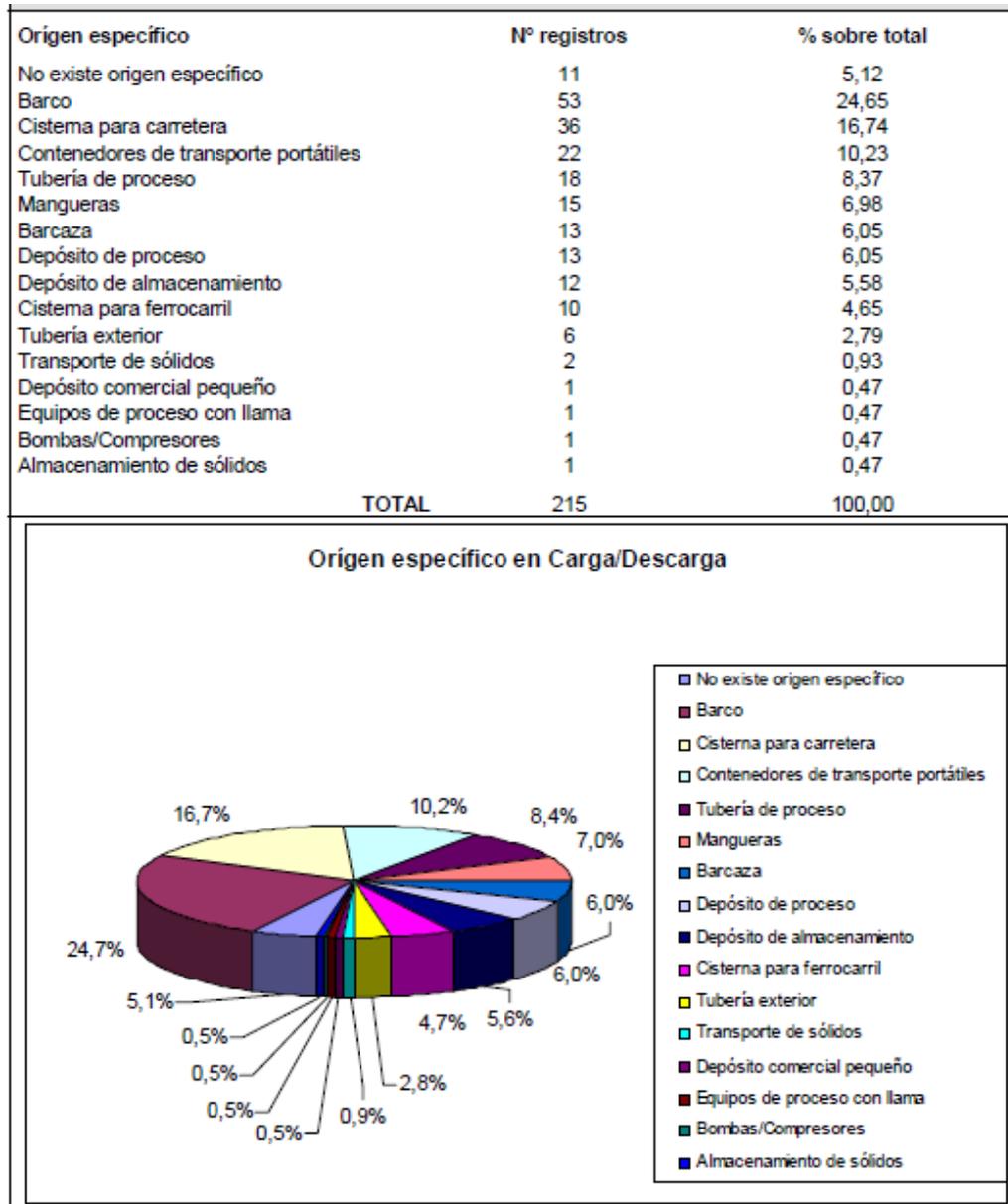
Si se considera una planta de almacenamiento como origen específico, se tiene lo siguiente (Figura 40).

Figura 40. Estadística de tipos de accidentes en plantas de almacenamiento.



Y si se considera la actividad de carga y descarga como origen específico, se tiene lo siguiente (**Figura 41**).

Figura 41. Estadística de tipos de accidentes. Carga y descarga.



Un accidente puede tener asociadas varias causas, razón por la que un registro puede estar replicado dependiendo de la causa y derivado de la falta de independencia de esta variable. En la **Figura 42** se presentan porcentajes que se obtuvieron a partir del conteo del número de registros en los que al menos aparece la causa en cuestión.

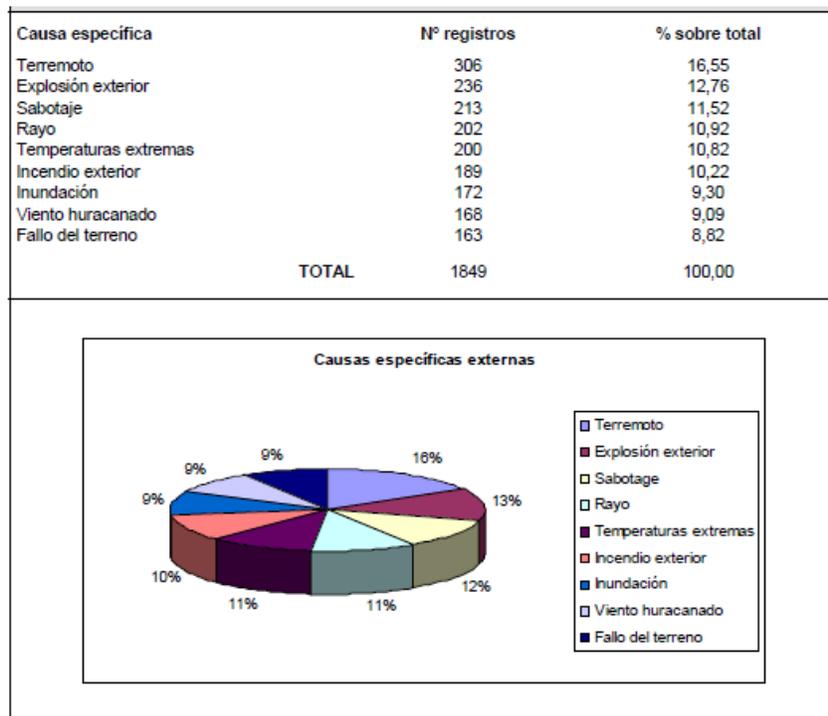
Figura 42. Causas de los accidentes.

	N° registros	% sobre total
Causas Generales conocidas	7134	83,48
Causas Generales desconocidas	1412	16,52
TOTAL	8546	100,00
	N° registros	% sobre total conocido
Causas externas	1849	25,92
Factor humano	1794	25,15
Fallo mecánico	1731	24,26
Fallo por impacto	964	13,51
Reacción Violenta	501	7,02
Fallo de instrumentación	241	3,38
Fallo de servicios	54	0,76
Variación condiciones proceso	0	0,00
TOTAL	7134	100,00

El conocimiento sobre los mayores porcentajes de las causas generales que preceden a un accidente de evento de explosión, permite implementar medidas y programas para prevenir la incidencia de las mismas.

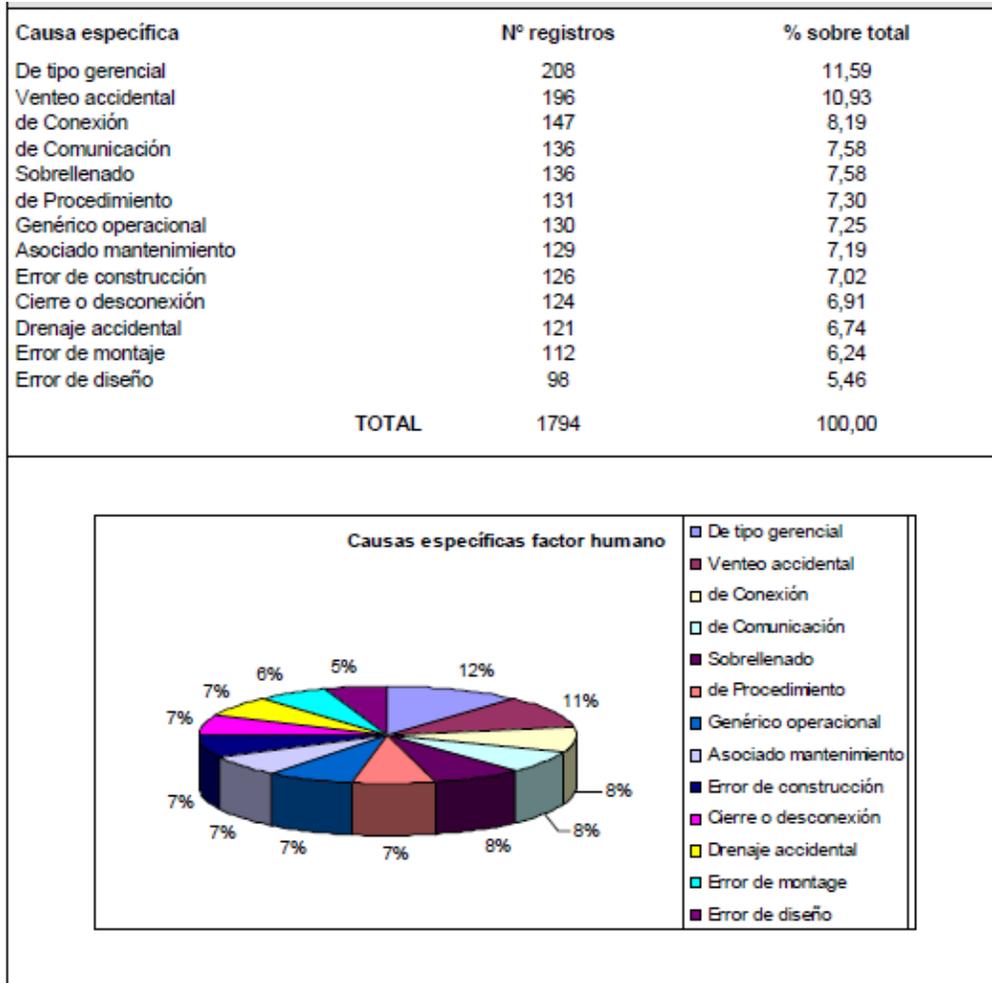
Analizando las causas específicas externas de los accidentes, estas difieren de las causas generales. Lo anterior se observa en la **Figura 43**.

Figura 43. Causas específicas externas de los accidentes.



Atendiendo a las causas específicas por factor humano, se muestra el siguiente gráfico (Figura 44).

Figura 44. Causas específicas de accidentes por factores humanos.



A continuación, se presentan algunos casos específicos de accidentes de manejo de gas natural más relevantes tomados de la base de datos de la Agencia de Seguridad Química e Investigación de Peligros de los Estados Unidos de Norteamérica (CSB, por sus siglas en inglés) ocurridos en los últimos años.

Kleen Energy en Middletown, Connecticut (2010).

Seis trabajadores perdieron la vida durante una actividad de trabajo prevista para limpiar los residuos de las tuberías de gas natural en Kleen Energy en Middletown, en el Estado de Connecticut. Para remover los residuos de la tubería, los trabajadores utilizaron gas natural a alta presión, aproximadamente a 650 psig. Durante este proceso el gas natural encontró una fuente de ignición y explotó.

Con Agra Slim Jim en Garner, Carolina del Norte (junio, 2009).

La CSB realizó la investigación de una explosión catastrófica de gas natural ocurrida en las instalaciones de la planta de Con Agra Slim Jim en Garner, en el estado de Carolina del Norte, el 9 de junio de 2009. Ese

accidente originó la pérdida de cuatro vidas humanas y causó heridas a otras 67 personas. El accidente se produjo durante la operación de purga al aire libre de una tubería de acero de abastecimiento de gas que estaba conectada a un calentador de agua. Debido a las dificultades para encender el calentador de agua, la operación de purga se continuó durante un tiempo inusualmente largo, causando finalmente la nube de gas en el interior del edificio, acumulando gas a una concentración por encima de su límite inferior de explosividad.

La nube de gas causó una explosión al ponerse en contacto con una fuente de ignición, causando daños en los edificios de la planta. La explosión también causó daño a la tubería del sistema de la planta de enfriamiento a base de amoníaco, liberando aproximadamente 18,000 libras de amoníaco anhidro al medio ambiente.

Accidentes en México por el manejo de derivados de petróleo:

- El 11 de febrero del año 2013, se provocó accidentalmente una explosión de gas natural por trabajadores de la empresa OHL, quienes golpearon un ducto de 10 in de diámetro de la empresa Gas Natural de México S.A. (Diganamex), al realizar trabajos de perforación para la construcción de un puente vehicular del Circuito Exterior Mexiquense, tercera etapa, resultando dos personas lesionadas y el desalojo de poco más de cinco mil habitantes.
- El 7 de abril del año 2013, PEMEX notificó que un incendio se produjo en el gasoducto Cinco Presidentes - Complejo Procesador de Gas La Venta de 16 in, el cual fue ocasionado una retroexcavadora de una empresa privada, a la altura de la carretera vecinal a Villa La Venta, en el municipio de Huimanguillo, resultando tres personas afectadas por ese accidente, a quienes no reporta con mayores problemas tras ser atendidas por servicios médicos comunitarios.
- El día 8 de julio del año 2005, a las 10:45 PM y a la altura del km 22 de la nueva autopista Reforma-Dos Bocas, personal de una compañía particular bajo cargo del gobierno estatal realizaba reparaciones en el puente "Dren Dos" debido a que presentaba asentamientos. Se provocó la fuga de un gasoducto de 48 in de diámetro recubierto con una capa aislante de 12 cm, el cual fue golpeado por una retroexcavadora provocando una fractura y fuga que se observó cómo burbujeo. Al no poder corregirla optan por suspender actividades y el personal de la empresa contratista abandona el lugar.
- En el año 2001 se presentó una fuga en el gasoducto de 10 in de diámetro del cabezal Muspac-Batería Chiapas, la causa se relaciona con una falla de poro por corrosión exterior. Se desfogó el ducto para despresurizarlo y efectuar reparación provisional.
- En el año 2000, se presentó fuga en un gasoducto de 36 in de diámetro, A.P. Acometida Chiapas. La causa fue falla por rotura causando explosión. Se realizó operativo de cierre de pozo e instalaciones y suspensión del envío de gas.
- El 21 de septiembre de 1991, se produjo un accidente en un gasoducto de gas amargo de PEMEX, en Cunduacán, Tabasco, al estallar un ducto de 16 in de diámetro. Fallecieron 6 obreros de PEMEX. Este percance sucedió cuando los trabajadores realizaban actividades de corte en la línea que transportaba gas amargo, debido a que las líneas no fueron desfogadas antes de los trabajos de corte.
- El 15 de junio de 1992, tuvo lugar una fuga en un gasoducto de gas natural de PEMEX, en Xalostoc, debido a la ruptura de una válvula de alivio. No se reportaron daños ni víctimas.
- Diciembre de 1986, se presentó una fuga de gas natural en el gasoducto cercano al Municipio de Cárdenas. Dicho incidente provocó dos personas intoxicadas y más de 20,000 personas evacuadas. La causa no fue reportada.

Conclusiones.

Los antecedentes estadísticos y particulares mencionados con anterioridad permiten identificar de forma precisa el origen y causas que precedieron a accidentes que sucedieron en instalaciones industriales similares a las descritas en este estudio, al nivel de factor humano y actividades asociadas con el manejo de gas natural licuado GNL, aunque se destaca que no se encontró ningún antecedente directamente relacionado con el manejo de GNL. Esta identificación preliminar de riesgo muestra consistencia con los resultados de la identificación de riesgos aplicando metodología cualitativa específica, en este caso, la metodología ¿Qué pasa si?

Es importante indicar que, en el caso de Énestas, hasta el momento, no se han presentado accidentes en ninguna de sus instalaciones.

V.2. Identificación de peligros

V.2.1. Aplicación de Listas de Verificación

Un análisis con Lista de verificación usa una lista de puntos de un procedimiento para verificar el estado de un sistema. Las listas de verificación varían ampliamente su nivel de detalle y son frecuentemente usadas para indicar el cumplimiento con estándares y políticas. El Análisis Lista de verificación es fácil de usar y puede ser aplicado a cualquier etapa del tiempo de vida de un proceso. Las listas de verificación pueden ser usadas para familiarizar al personal inexperto con el proceso por comparación de los atributos del proceso con varios requerimientos de la lista de verificación. Las listas de verificación además proveen una base común para la revisión por parte de la dirección de las evaluaciones del analista de un proceso u operación.

Una lista de verificación detallada provee las bases para una evaluación estándar de los peligros de un proceso. Puede ser tan extenso como necesario para satisfacer una situación específica, pero debe ser aplicada rigurosamente para identificar problemas que requieren mayor atención. Las listas de verificación de peligros genéricas son frecuentemente combinadas con otras metodologías de evaluación de riesgos para evaluar situaciones peligrosas. Las listas de verificación están limitadas por la experiencia del autor; por lo tanto, estas deben ser desarrolladas por autores que tengan amplia experiencia con el sistema que se está analizando. Frecuentemente, las listas de verificación son creadas por simple organización de la información a partir de códigos, estándares y regulaciones. Las listas de verificación deben ser vistas como documentos de vida y deben ser auditadas y actualizadas regularmente.

En el Análisis Lista de verificación el analista utiliza una lista de puntos específicos para identificar los peligros, designar deficiencias y accidentes potenciales asociados con equipo de proceso y operaciones. La metodología de Análisis Lista de verificación puede ser usada para evaluar materiales, equipo o procedimientos.

Para ser más útiles, las listas de verificación deben ser específicamente confeccionadas para cada instalación evaluada.

Las listas de verificación utilizadas para el Análisis de Riesgo de Énestas, incluyen los siguientes aspectos:

- Tanque criogénico.
- Vaporizador.
- Estación de regulación (manifold).
- Válvulas check.

- Válvulas PSV.
- Tuberías.
- Sistemas de desfogue.
- Sistemas de atención de emergencias.
- Sistemas de detección y alarmas.
- Instalaciones eléctricas y red de tierras.
- Permisos, leyes y autorizaciones.

Una vez que el alcance del análisis ha sido definido, un Análisis Lista de verificación consiste principalmente de tres pasos:

1. Seleccionar o desarrollar una lista de verificación apropiada,
2. Ejecutar la revisión, y
3. Documentar los resultados.

Las listas de verificación fueron aplicadas por el grupo multidisciplinario previamente a la realización de las sesiones ¿Qué pasa si? Los resultados del Análisis Preliminar de Peligros se utilizaron como punto de partida para la fase de identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos los datos correspondientes y los resultados obtenidos se encuentran en el **Anexo 3**.

VI. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS

VI.1. Identificación de peligros y evaluación de riesgos.

Conformación del grupo multidisciplinario

El grupo multidisciplinario se conformó de la manera siguiente:

- Líder del análisis de riesgo.
- Auxiliares del análisis de riesgo.
- Personal de la Dirección de Operaciones.
- Personal de la Dirección de Seguridad, Salud, Medio Ambiente y Calidad.

El grupo multidisciplinario constituido para el análisis de riesgo efectuado es el que se muestra en la **Tabla 20**.

Tabla 20. Integrantes del grupo multidisciplinario de análisis de riesgos.

Nombre	Puesto	Organización
José Manuel Jardines Alarcón	Gerente de Operaciones Ductos. Dirección de Operaciones.	Énestas
Ramón Rafael Serrano Cortés	Gerente de Operaciones. Dir. Operaciones.	
José Blancas Carrillo	Director SSMAC*	
Gloria López Hernández	Gerente SSMAC	
Isaí Cárdenas Velázquez	Analista SSMAC	
Hugo Eduardo Romero Hernández	Ingeniero de Calidad	
Yazmin López Bustos	Gerente Ambiental	
Florencia Moreno	Gerente Comercial	
Mauricio Iván Magaña Lino	Ing. Criogénico. Dir. de Operaciones	
Armando Ayala Ochoa	Líder análisis de riesgo	
Patricia Cortés León	Auxiliar análisis de riesgo	
Martín Orlando Miranda Herrera	Auxiliar análisis de riesgo	

*SSMAC: Seguridad, Salud, Medio Ambiente y Calidad.

Análisis ¿Qué pasa sí?

La metodología aplicada para la identificación de riesgos fue el Análisis ¿Qué pasa sí? Esta metodología tiene el enfoque de una lluvia de ideas en la cual el grupo multidisciplinario familiarizado con el proceso formula preguntas o manifiesta preocupaciones acerca de posibles eventos indeseados. Este análisis no es un proceso estructurado como algunas otras metodologías. En su lugar, este requiere que el analista adapte el concepto básico a la aplicación específica.

El concepto del Análisis ¿Qué pasa sí? anima al grupo de evaluación de riesgos a pensar en preguntas que empiecen con “¿Qué pasa si ...?”

Generalmente, se registran todas las preguntas y luego éstas se dividen dentro de áreas específicas de investigación (generalmente relacionadas con las consecuencias de interés), como la seguridad eléctrica, protección contra incendios o seguridad del personal. Cada área es subsecuentemente direccionada a un equipo de una o más personas expertas. Las preguntas se formulan en base a la experiencia y aplicando los diagramas y descripciones de procesos existentes. Para una planta en operación, la investigación incluye entrevistas con el personal de la planta no representado en el grupo multidisciplinario de evaluación

de riesgos. Puede no haber un patrón específico u orden para las preguntas, a menos que el líder suministre un patrón lógico como una división del proceso dentro de sistemas funcionales. Las preguntas pueden direccionarse a cualquier condición no normal relacionada con la planta, no solo componentes de falla o variaciones de proceso.

El propósito del Análisis ¿Qué pasa si? es identificar peligros, situaciones peligrosas o eventos de accidentes específicos que pueden producir una consecuencia indeseable. Un grupo multidisciplinario y experimentado identifica las posibles situaciones de accidente, sus consecuencias y las medidas de seguridad existentes, entonces se sugieren alternativas de reducción de riesgos. El método puede involucrar la revisión de posibles desviaciones del diseño, construcción, modificación o de operaciones. Esto requiere un entendimiento básico de la intención del proceso, junto con la habilidad de combinar mentalmente las posibles desviaciones del diseño que podrían resultar en un accidente. Este es un procedimiento poderoso si el personal es experimentado; de otra manera, los resultados serán probablemente incompletos.

Después de que se ha definido el alcance del estudio el análisis ¿Qué pasa si? consiste en los siguientes pasos:

1. Preparación para la revisión,
2. Ejecución de la revisión, y
3. Documentación de los resultados.

Preparación de la revisión

La información necesaria para el Análisis ¿Qué pasa si? incluye la descripción del proceso, diagramas de tubería e instrumentación, dibujos y procedimientos de operación. Es importante que toda la información esté disponible para el grupo multidisciplinario de análisis de riesgos, preferiblemente antes de las reuniones del grupo.

Si una planta existente es revisada, el equipo revisor puede entrevistar adicionalmente a personal responsable de las operaciones, mantenimiento, instalaciones u otros servicios. Además, si el grupo está llevando a cabo la reunión ¿Qué pasa si? del análisis en sitio, ellos pueden visitar la planta para obtener una mejor idea de las instalaciones, construcción y operación.

La última parte es la preparación de algunas preguntas preliminares para el Análisis ¿Qué pasa si? para las juntas de análisis. El pensamiento de causa y efecto usado en otros tipos de estudios pueden ayudar a formular las preguntas.

En esta etapa se ejecutaron las siguientes actividades:

- Revisión de los procedimientos operativos con los que cuenta Enestas
- Entrevista al personal responsable de la operación de las instalaciones.
- Inspección de las maniobras realizadas para el transporte de GNL.
- Planteamiento de las preguntas aplicadas en las sesiones con el equipo multidisciplinario

Ejecución de la revisión

Las reuniones de revisión deben empezar con una explicación básica del proceso dado por el personal de la instalación quienes tienen todo el conocimiento de la misma y de sus procesos. La presentación debe

también describir las medidas de seguridad de la instalación, equipo de seguridad, y procedimientos de control de salud.

El proceso es revisado por los miembros del grupo quienes comentan las principales preocupaciones de seguridad. Sin embargo, el equipo puede no limitarse para preparar preguntas ¿Qué pasa si? En lugar de eso, ellos deben usar su experiencia combinada con la interacción de equipo para articular cualquier tema que ellos creen necesario para asegurar que la investigación es rigurosa.

Hay dos maneras de que las reuniones pueden ser llevadas a cabo. Una de ellas a veces preferida es primero listar los temas de seguridad y preguntas, entonces empezar a considerarlas. Otra manera es considerar cada pregunta y tema al mismo tiempo, con el equipo determinando lo significativo de cada situación. Ambas maneras pueden funcionar, pero es preferible listar las preguntas antes de responderlas para prevenir interrupciones al momento creativo del grupo. Si el proceso es complejo o largo, puede ser dividido en pequeños segmentos así el equipo no gasta varios días consecutivos solo en listar las preguntas. A veces, el equipo pensará en preguntas adicionales como resultado de sus consideraciones iniciales.

Inicialmente, el líder del equipo debe delinear el alcance propuesto del estudio y el equipo debe de estar de acuerdo con él. El equipo generalmente procede desde el principio del proceso hasta el final del mismo, aunque el líder en evaluación de riesgos puede ordenar el análisis en cualquier orden lógico que se ajuste a las necesidades. Entonces las respuestas del equipo se direccionan a un tema o se indica que se requiere mayor información e identifica el peligro, consecuencias potenciales, medidas de seguridad, y posibles soluciones. En el proceso, se añaden nuevas preguntas ¿Qué pasa si? Se vuelven aparentes durante el análisis. Algunas veces las respuestas propuestas son desarrolladas por individuos fuera de la reunión inicial y se realizan modificaciones.

Las sesiones de trabajo para la ejecución del análisis ¿Qué pasa sí? fueron realizadas por el grupo multidisciplinario descrito anteriormente.

El grupo multidisciplinario aplicó los siguientes criterios:

- Se descartaron las causas de los escenarios de accidentes potenciales evaluados.
- Se evaluaron las mismas condiciones, en diferentes escenarios, considerando la etapa de proyecto

Documentación de resultados

Las tablas ¿Qué pasa sí? o las preguntas en estilo narrativo y las respuestas generadas por el análisis son los productos normales del análisis. Estos resultados deben ser revisados con los directivos para asegurar que los hallazgos se transmiten a aquellos que son los responsables finales de cualquier acción llevada a cabo. A veces el equipo puede proveer a los directivos explicaciones más detalladas de las recomendaciones del análisis.

Los nodos que fueron evaluados mediante el análisis ¿Qué pasa sí?, son los que se muestran a continuación en la **Tabla 21**.

Tabla 21. Nodos analizados con la metodología ¿Qué pasa sí?

Nodo	Descripción	Intención de diseño
1	Tanques criogénicos de guarda de GNL	Resguardar GNL desde la descarga hasta los vaporizadores.
2	Vaporizadores	Cambio de fase del GNL a GN en estado gaseoso por aumento de temperatura.
3	Estación de regulación de presión (Manifold) y medición	Disminuir la presión del gas natural en fase gas para cumplir con las especificaciones de los clientes.
4	Recepción de GNL	Recibir por autotanque GNL para resguardarlo en los tanques de guarda.
5	Factores ambientales / factores externos	-----

Los escenarios de accidentes potenciales que se identificaron se encuentran en el **Anexo 4**.

Jerarquización de escenarios de riesgo.

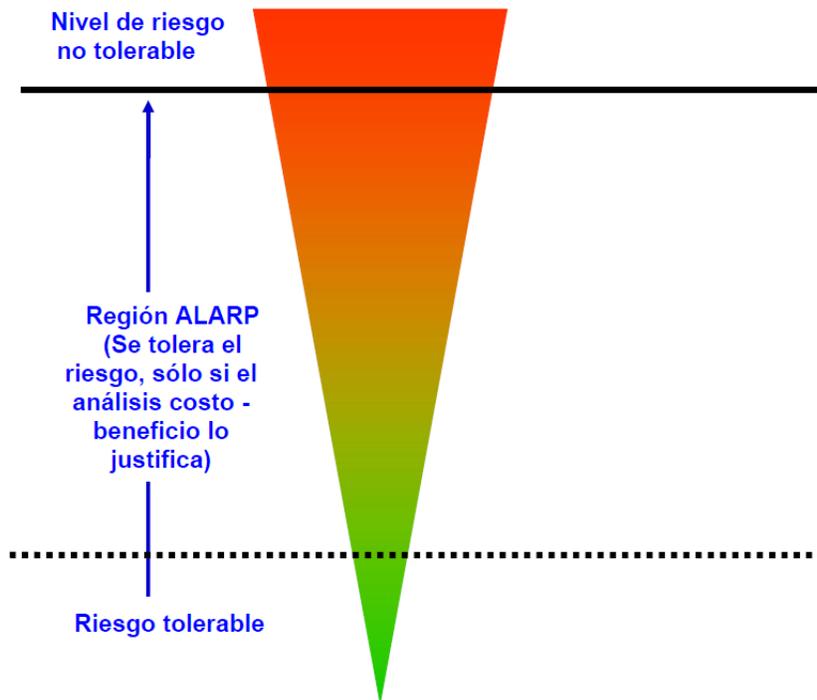
La caracterización y jerarquización de riesgos se basa en el principio ALARP. Las siglas ALARP significan: Tan Bajo Como Sea Razonablemente Práctico, del Inglés As Low As Reasonably Practicable. El concepto ALARP fue desarrollado en el Reino Unido. La legislación de ese país estableció el término ALARP por medio del Health and Safety at Work etc. Act 1974, el cual requiere que se mantengan las instalaciones y sus sistemas “seguros y sin riesgo a la salud” hasta donde fuera razonablemente práctico.

Esta última frase se interpreta como una obligación de los propietarios de las instalaciones para reducir el riesgo a un nivel tan bajo como sea razonablemente práctico.

Existen riesgos que son tolerables y otros riesgos no tolerables. El principio ALARP se encuentra precisamente entre los riesgos que se toleran y los que no. Esta idea se explica con un diagrama que ilustra el principio. En la **Figura 45** se explica que para que un riesgo se considere dentro de la región ALARP, debe demostrarse que el costo relacionado con la reducción del riesgo (su frecuencia y/o consecuencias) es desproporcionado con respecto al beneficio que se obtiene.

El principio ALARP surge del hecho de que emplear una gran cantidad de tiempo, dinero y esfuerzo en tratar de reducir los niveles de riesgo a un valor de cero, en la práctica no es costearable ni posible. Adicionalmente, este principio, no debe entenderse como simplemente una medida cuantitativa de los beneficios contra los daños. Se debe entender como una buena práctica de juicio del balance entre riesgo y el beneficio a la sociedad y al negocio.

Figura 45. Principio ALARP.



Una escala de valores de riesgo se diseña para contar con una medida de comparación entre diversos riesgos. Aunque un sistema de este tipo puede ser relativamente simple, la escala debe representar valores que tengan un significado para la organización y que puedan apoyar la toma de decisiones.

Esa escala debe de cumplir con las siguientes características:

- Ser simple de entender y fácil de usar,
- Incluir todo el espectro de frecuencia de ocurrencia de escenarios de riesgo potenciales,
- Describir detalladamente las consecuencias en cada categoría (personal, población, medio ambiente, negocio, bienes de terceros y bienes de la nación),
- Definir claramente los niveles de riesgo tolerable, ALARP y no tolerable.

Las matrices de riesgos normalmente se emplean para calificar inicialmente el nivel de riesgo y podría ser la primera etapa dentro de un análisis cuantitativo de éstos. Esa matriz aplica única y exclusivamente para la organización que la desarrolla.

Las matrices de riesgos son gráficas en dos dimensiones en cuyos ejes se presenta la categoría de frecuencia de ocurrencia y la categoría de severidad de las consecuencias sobre él personal, la población, el medio ambiente, el negocio, bienes de terceros y bienes de la nación. Esas matrices están divididas en regiones que representan los riesgos tolerables, en región ALARP y los no tolerables.

Por un lado, las ventajas en el uso de las matrices de riesgos son, entre otras, las siguientes:

- Son simples de entender y fáciles de aplicar.
- Bajo costo de aplicación.

Por otro lado, algunas de las desventajas que se tienen al utilizar las matrices de riesgo son las siguientes:

- La evaluación de la frecuencia de ocurrencia es subjetiva, de “Muy Frecuente” a Extremadamente raro.”
- Las categorías de frecuencias y de consecuencias son cualitativas y generan un alto grado de incertidumbre

Para la evaluación y jerarquización de riesgos durante el presente estudio se emplearon las matrices de riesgos propias de Enestas, misma que está contenida en su procedimiento **Identificación de Peligros y Análisis de Riesgos** código: PR-SAI-SEG-01. El documento especifica lo siguiente:

Una vez identificados los peligros de seguridad y salud, se debe analizar el riesgo y describir la consecuencia asociada a cada una de las actividades, registrando en la columna correspondiente de la FO-SAI-SEG-01 Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos.

La evaluación de riesgos de seguridad industrial se debe desarrollar en términos de la determinación de la magnitud del riesgo, cuyo alcance contempla la combinación de la frecuencia y la consecuencia de acuerdo con los siguientes criterios:

$$NR = F \times C$$

Donde:

F = Frecuencia

C = Consecuencia

NR = Nivel de riesgo

Para realizar el análisis de probabilidad se debe considerar la frecuencia con la que pueden ocurrir los eventos indeseables, con base en las condiciones de seguridad de las instalaciones y procesos, en la información histórica de accidentabilidad, así como en la experiencia, conocimientos y cultura del personal. A continuación, en la **Tabla 22** se presentan los criterios para analizar la frecuencia.

Tabla 22. Criterios para analizar la frecuencia.

Categoría	Descripción
Alta	El evento se ha presentado y tiene un alto potencial de recurrencia. Más de 1 por año.
Media	Existe probabilidad de que ocurra en el periodo de 1 a 5 años.
Baja	Se ha presentado en algún proceso similar y hay probabilidad de que ocurra durante el ciclo de vida de la instalación. Desde 5 años hasta 10 años.
Remota	Prácticamente no es posible que ocurra. Desde 10 años en adelante.

La consecuencia es un suceso o acontecimiento que deviene o que resulta de un riesgo, es el efecto de un evento, de una acción o de una circunstancia. Los criterios para analizar la consecuencia se presentan en la **Tabla 23**.

Tabla 23. Criterios para analizar la consecuencia.

Categoría	Descripción
Catastrófica	Pérdida de vidas (1 fatalidad) o incapacidad medica permanente u hospitalización mayor a 5 personas, paro de producción equivalente mayor a \$15,000,000 USD
Grave	Incapacidad médica temporal mayor a 365 días, paro de producción equivalente entre \$5,000,000 USD y \$15,000,000 USD
Moderada	Genera incapacidad medica temporal del personal menor a 365 días, paro de producción equivalente 250,000 a \$5,000,000 USD
Menor	No genera incapacidad médica del personal, no afecta a la producción.

La matriz de frecuencia y consecuencia es la herramienta para determinar el nivel de riesgo asociado a cada actividad, permitiendo jerarquizar y tomar decisiones respecto al control que se debe dar a los riesgos analizados, con el propósito de llevarlos a un nivel tolerable, previniendo y/o mitigando sus posibles consecuencias.

Como se puede ver en la siguiente ilustración, la matriz se compone de dos ejes: un eje vertical en donde se establece la frecuencia (Remota – Baja – Media y – Alta) y un eje horizontal en donde se establece las consecuencias del riesgo (Menor – Moderada – Grave y Catastrófica) sobre los objetivos del proyecto. Al realizar el cruce de ambos ejes (frecuencia vs consecuencia) de la matriz da como resultado la criticidad o el nivel de riesgo (Tipo D que va del 1-3, Tipo C que va del 4-6, Tipo B que va del 8-9 y Tipo A que va del 12-16).

La matriz de nivel de riesgo utilizada se muestra en la **Tabla 24**.

Tabla 24. Matriz de nivel de riesgo.

Frecuencia	Consecuencia			
	Menor	Moderada	Grave	Catastrófica
Alta	4	8	12	16
Media	3	6	9	12
Baja	2	4	6	8
Remota	1	2	3	4
Tipo D 1-3	Tipo C 4-6	Tipo B 8-9	Tipo A 12-16	
Riesgo tolerable, no requiere acciones adicionales	Riesgo tolerable con controles	Riesgo no tolerable, requiere acciones inmediatas	Riesgo inaceptable, no puede continuar con las actividades	

La interpretación de estos valores de riesgo se presenta en el último renglón de la figura y corresponden relativamente con el principio ALARP:

Región de Riesgo Inaceptable “A” (Riesgo inaceptable) (Región roja). Estos riesgos representan situaciones de emergencia y deben establecerse Controles Temporales Inmediatos. No debe continuarse con las actividades en esas condiciones. Las acciones deben reducirlos a una región de Riesgo ALARP y en el mejor de los casos, hasta Riesgo tolerable.

Región de Riesgo no tolerable “B” (Región naranja). Los riesgos de este tipo deben provocar acciones inmediatas para implantar las recomendaciones generadas en el análisis de riesgos. El costo no debe ser una limitación y el no hacer nada no es una opción aceptable. Las acciones deben reducir estos riesgos hasta una región de Riesgo ALARP y en el mejor de los casos, hasta Riesgo tolerable.

Región de riesgo tolerable “C” (equiparable a ALARP As Low Reasonably Practicable – Tan bajo como sea razonablemente práctico) (Región amarilla). Los riesgos que se ubiquen en esta región deben estudiarse a detalle mediante análisis de tipo costo-beneficio para que pueda tomarse una decisión en cuanto a que se tolere el riesgo o se implementen recomendaciones que permitan reducirlos a la región de Riesgo tolerable.

Región de Riesgo Tolerable “D” (Región verde). El riesgo es de bajo impacto y es tolerable, aunque pudieran tomarse acciones para reducirlo. Se debe continuar con las medidas preventivas que permiten mantener estos niveles de riesgo en valores tolerables.

La aplicación de la matriz de nivel de riesgo a los escenarios de accidentes potenciales evaluados arrojó los resultados mostrados en la **Tabla 25**.

Tabla 25. Jerarquización de escenarios de accidentes potenciales.

NODO 1: Tanques criogénicos de guarda de GNL		Fecha: 24 mayo del 2021			
Intención de diseño: Resguardar GNL desde la descarga hasta los vaporizadores.		Realizaron: Ing(s) Armando A. Ayala Ochoa/Martín Orlando Miranda Herrera			
EAP	¿Qué pasa sí?	Consecuencias	C	F	R
1	Aumenta la presión en el tanque de guarda	<ul style="list-style-type: none"> • Ruptura inicial de contenedor primario y posteriormente del contenedor secundario. • Liberación del contenido del tanque. • Formación de nube inflamable-explosiva. • Explosión/incendio en caso de alcanzar una fuente de ignición. • Emisiones extraordinarias de metano a la atmósfera. • Daño a las instalaciones. • Paro de suministro al cliente. • Afectación de las operaciones del cliente. • Daño al personal del cliente y/o sus contratistas. • Afectación a instalaciones del cliente. 	4	1	4
2	Disminuye la presión en el tanque de guarda	<ul style="list-style-type: none"> • No hay consecuencias de riesgo. • Interrupción de suministro al cliente. • No hay posibilidad de implosión. 	1	1	1
3	Sin flujo de descarga al tanque de guarda	<ul style="list-style-type: none"> • Desacoplamiento de tubería flexible MF-1-02 o de tubería flexible de descarga del tanque de recarga • Fuga de GNL • Formación de nube inflamable/explosiva • Explosión/Incendio en caso de alcanzar fuente de ignición • Daños al personal • Daños a las instalaciones • Daños al medio ambiente • Paro de operación de llenado 	4	1	4

EAP	¿Qué pasa sí?	Consecuencias	C	F	R
4	Aumenta la temperatura en el tanque de guarda.	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de presión en el interior del tanque Consecuencias iguales a EAP No. 1.1 	4	1	4
5	Disminuye la temperatura en el tanque de guarda.	<ul style="list-style-type: none"> No existe la posibilidad. 	1	1	1
6	Hay presencia de humedad en el tanque de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> Cualquier sustancia con punto de solidificación superior al punto de licuefacción de gas provocaría formación de sólidos que podrían taponar las válvulas provocando bloqueo/daño mecánico y consecuente rotura de tubería con el consecuente riesgo de liberación de la totalidad del GNL contenido del tanque. Eventos de riesgo igual a EAP No. 1.1 	4	1	4
7	Bloqueo de válvula aguas arriba del tanque	<ul style="list-style-type: none"> No llega GLN al tanque. No hay consecuencias de riesgo. Interrupción de suministro al cliente. 	1	1	1
8	Bloqueo de válvula aguas abajo del tanque	<ul style="list-style-type: none"> Sobrepresión en el tramo de tubería entre la válvula check del tanque y la válvula bloqueada. No hay consecuencias de riesgo. Interrupción de suministro al cliente. 	1	1	1
9	Se presenta un incendio aledaño al tanque de guarda	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de presión del tanque y accionamiento de válvulas de alivio. El gas venteado podría entrar en contacto con el fuego en el exterior incendiándose o formar una nube explosiva. Eventual ruptura del tanque y/o sus accesorios. Eventos de riesgo igual a EAP No. 1.1 	2	2	4
10	Presencia de agua o impurezas en el tanque de guarda	<ul style="list-style-type: none"> Bloqueo de líneas o válvulas Posibles fuga por instrumentos Taponamiento de válvulas y bloqueo Liberación de gas natural Formación de nube inflamable/explosiva Explosión/Incendio en caso de alcanzar fuente de ignición Daños al personal Daños a las instalaciones Daños al medio ambiente Paro de operación de llenado 	2	2	4

Tabla 25. Jerarquización de escenarios de accidentes potenciales. (Continúa)

NODO 2: Vaporizador		Fecha: 24 mayo 2021			
Intención de diseño: Cambio de fase del GNL a GN en estado gaseoso por aumento de temperatura.		Realizaron: Ing(s) Armando A. Ayala Ochoa/Martín Orlando Miranda Herrera			
EAP	¿Qué pasa sí?	Consecuencias	C	F	R
1	Aumenta la presión en el vaporizador	<ul style="list-style-type: none"> Ruptura del serpentín. Liberación del contenido del vaporizador. Formación de nube inflamable-explosiva. Explosión/incendio en caso de alcanzar una fuente de ignición. Emisiones extraordinarias de metano a la atmósfera. Daño a las instalaciones. Paro de suministro al cliente. Afectación de las operaciones del cliente. Daño al personal del cliente y/o sus contratistas. Afectación a instalaciones del cliente. 	2	1	2
2	Disminuye la presión en el vaporizador	<ul style="list-style-type: none"> No hay consecuencias de riesgo. Interrupción de suministro al cliente. No hay posibilidad de implosión. 	1	1	1
3	Desacoplamiento de tubería flexible aguas arriba (MF-2/01) y aguas abajo (MF-1/01) de vaporizador	<ul style="list-style-type: none"> No llega GN al manifold Fuga por desacoplamiento de tubería flexible Formación de nube inflamable-explosiva. Explosión/incendio en caso de alcanzar una fuente de ignición. Emisiones extraordinarias de metano a la atmósfera. Daño a las instalaciones. Paro de suministro al cliente. Afectación de las operaciones del cliente. Daño al personal del cliente y/o sus contratistas. Afectación a instalaciones del cliente. 	2	2	4
4	Aumenta la temperatura en el vaporizador	<ul style="list-style-type: none"> No existe la posibilidad. 	1	1	1
5	Disminuye la temperatura en el vaporizador	<ul style="list-style-type: none"> No existe la posibilidad. 	1	1	1
6	Hay presencia de humedad en el vaporizador	<ul style="list-style-type: none"> Cualquier sustancia con punto de solidificación superior al punto de licuefacción de gas provocaría formación de sólidos que taponarían las válvulas/líneas provocando bloqueo/ daño mecánico y consecuente rotura de tubería liberándose la totalidad del GNL/gas natural contenido del vaporizador. Eventos de riesgo igual a EAP No. 2.1. 	2	1	2
7	Bloqueo de válvula aguas arriba del vaporizador	<ul style="list-style-type: none"> No llega GLN al vaporizador. No hay consecuencias de riesgo. Interrupción de suministro al cliente. 	1	1	1

EAP	¿Qué pasa sí?	Consecuencias	C	F	R
8	Bloqueo de válvula aguas abajo del vaporizador	<ul style="list-style-type: none"> Sobrepresión en el tramo de tubería entre la válvula check después tanque y la válvula bloqueada. No hay consecuencias de riesgo. Interrupción de suministro al cliente. 	1	1	1
9	Se presenta un incendio aledaño al vaporizador	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de presión del vaporizador y eventual ruptura del vaporizador y/o sus accesorios. Eventos de riesgo igual a EAP No.2. 1. 	2	2	4
10	Se presenta saturación en el vaporizador	<ul style="list-style-type: none"> Daño mecánico al regulador de la estación. Daño mecánico a la línea de acero inoxidable. 	2	1	2

Tabla 25. Jerarquización de escenarios de accidentes potenciales. (Continúa)

NODO 3: Estación de regulación de presión (Manifold)		Fecha: 24 de mayo de 2021			
Intención de diseño: Disminuir la presión del gas natural en fase gas para cumplir con las especificaciones del cliente.		Realizaron: Ing(s) Armando A. Ayala Ochoa/Martín Orlando Miranda Herrera			
EAP	¿Que pasa sí?	Consecuencias	C	F	R
1	Hay fuga en las bridas del manifold	<ul style="list-style-type: none"> Liberación de gas natural al ambiente y posibilidad de generación de nube inflamable/explosiva. 	2	2	4
2	Hay fuga por la membrana del regulador del manifold	<ul style="list-style-type: none"> Liberación de gas natural al ambiente y posibilidad de generación de nube inflamable/explosiva. 	2	2	4
3	Hay actos vandálicos en el manifold	<ul style="list-style-type: none"> Interrumpir el suministro al cliente. Bloqueo y daño al regulador. Liberación de gas natural al ambiente y posibilidad de generación de nube inflamable/explosiva. 	2	2	4
4	Hay fuga de sustancia odorizante	<ul style="list-style-type: none"> Liberación de sustancia inflamable y ocurrencia de incendio en caso de fuente de ignición. Posibilidad de daño a las instalaciones de manejo de GNL/gas natural. 	2	2	4

Tabla 25. Jerarquización de escenarios de accidentes potenciales. (Continúa)

NODO 4: Recepción de GNL		Fecha: 25 de mayo de 2021			
Intención de diseño: Recibir por autotanque GNL para almacenarlo en los tanques de guarda.		Realizaron: Ing(s) Armando A. Ayala Ochoa /Martín Orlando Miranda Herrera			
EAP	¿Qué pasa sí?	Consecuencias	C	F	R
1	Se desacopla la manguera de transferencia durante la carga de GNL	<ul style="list-style-type: none"> Derrame de GNL empacado en la manguera y del GNL en el autotanque si el operario no acciona la válvula de cierre de emergencia. Posible daño al personal. Liberación de gas natural al ambiente y posibilidad de generación de nube inflamable/explosiva. 	2	2	4
2	Se sobrellena el tanque por pérdida de calibración del Delta P. o mala operación.	<ul style="list-style-type: none"> Se incrementa la cantidad de gas venteado. Puede salir emulsión por los venteos del tanque. Liberación de gas natural al ambiente y posibilidad de generación de nube inflamable/explosiva. Daños al personal. 	2	1	2

Tabla 25. Jerarquización de escenarios de accidentes potenciales. (Continúa)

NODO 5: Factores ambientales / Factores externos		Fecha: 25 de Mayo de 2021			
Intención de diseño: ---		Realizaron: Ing(s) Armando A. Ayala Ochoa /Martín Orlando Miranda Herrera			
EAP	¿Qué pasa sí?	Consecuencias	C	F	R
1	El sistema es sometido a condiciones climatológicas adversas. Inundaciones.	<ul style="list-style-type: none"> No factible. 	1	1	1
2	El sistema es sometido a condiciones adversas. Sismos	<ul style="list-style-type: none"> Desacoplamiento de tuberías en la Terminal. Derrumbamiento/Caída de estructuras cercanas. Paro de operación por parte del cliente y suspensión de la demanda de producto. Liberación de gas natural al ambiente y posibilidad de generación de nube inflamable/explosiva. 	2	2	4
3	El sistema es sometido a condiciones climatológicas adversas. Tormentas eléctricas.	<ul style="list-style-type: none"> Incendio y/o explosión en caso de existencia de fuga o venteo simultáneo. 	2	1	2
4	Un vehículo impacta algún elemento de la Terminal	<ul style="list-style-type: none"> Degollamiento/perforación de línea, daño mecánico/perforación de tanque/vaporizador/accesorios. Liberación de gas natural al ambiente y posibilidad de generación de nube inflamable/explosiva. 	3	2	6

EAP	¿Qué pasa sí?	Consecuencias	C	F	R
5	Ocurre una fuga de amoniaco de las instalaciones del cliente mientras personal de Énestas o sus prestadores de servicio están presentes en la Terminal.	<ul style="list-style-type: none"> Riesgo de intoxicación/deceso del personal de Énestas/prestadores de servicio. La operación de recarga puede quedar sin supervisión/accionamiento. Sin consecuencias de riesgo (para la Terminal) 	1	1	1
6	Se presenta explosión en los tanques de gas LP ubicados en la cercanía de la Terminal.	<ul style="list-style-type: none"> Degollamiento/perforación de línea, daño mecánico/perforación de tanque/vaporizador/accesorios. Liberación de gas natural al ambiente y posibilidad de generación de nube inflamable/explosiva. 	1	2	2

VII. ANÁLISIS DE RIESGOS

VII.1. Análisis detallado de consecuencias

VII.1.1. Relación de escenarios de riesgo identificados.

Con base en la aplicación de los criterios de evaluación de la Matriz de Jerarquización de Riesgos a los 32 escenarios identificados mediante la aplicación de la metodología ¿Qué pasa sí? en función de las consecuencias al personal, población, al medio ambiente y a la instalación, se obtuvieron los siguientes resultados:

No se presentan Escenarios de Accidentes Potenciales localizados en la Región de Riesgo no tolerable “A” (Región roja). Los riesgos de este tipo deben provocar acciones inmediatas para implantar las recomendaciones generadas en el análisis de riesgos. El costo no debe ser una limitación y el no hacer nada no es una opción aceptable. Estos riesgos representan situaciones de emergencia y deben establecerse Controles Temporales Inmediatos. Las acciones deben reducirlos a una región de Riesgo ALARP y en el mejor de los casos, hasta Riesgo tolerable.

15 (46.87 %) Escenarios de Accidentes Potenciales localizados en la Región de riesgo ALARP “B” (As Low Reasonably Practicable – Tan bajo como sea razonablemente práctico) (Región amarilla). Los riesgos que se ubiquen en esta región deben estudiarse a detalle mediante análisis de tipo costo-beneficio para que pueda tomarse una decisión en cuanto a que se tolere el riesgo o se implementen recomendaciones que permitan reducirlos a la región de Riesgo tolerable.

17 (53.12 %) Escenarios de Accidentes Potenciales localizados en la Región de Riesgo Tolerable “C” (Región verde). El riesgo es de bajo impacto y es tolerable, aunque pudieran tomarse acciones para reducirlo. Se debe continuar con las medidas preventivas que permiten mantener estos niveles de riesgo en valores tolerables.

En la **Tabla 26**, se muestran los 3 escenarios hipotéticos con pérdida de contención que son analizados de manera cuantitativa.

Tabla 26. Relación de escenarios hipotéticos de pérdida de contención.

Ref. What if	Tipo de Riesgo	Clave escenario Hipotético	Descripción	Tipificación del escenario	Diámetro Equivalente de Fuga (mm/pulg)
Nodo 1 1.1	C	ENESTAS-MEXIBC-01	Fuga, explosión e incendio en tanque criogénico por aumento de presión en el interior del tanque hasta pérdida de contención de los 19,800 kilogramos de gas natural licuado (metano).	Peor Caso (PC)	Ruptura catastrófica
Nodo 4 4.1	C	ENESTAS-MEXIBC-02	Fuga, explosión e incendio de gas natural licuado (metano) durante maniobra de trasvase de autotanque a tanque de guarda criogénico por mala operación, o por falla de accesorio o tubería.	Caso Más Probable (CM)	10.16 / 0.4

Ref. What if	Tipo de Riesgo	Clave escenario Hipotético	Descripción	Tipificación del escenario	Diámetro Equivalente de Fuga (mm/pulg)
Nodo 3 3.1, 3.2	C	ENESTAS-MEXIBC-03	Fuga, explosión e incendio de gas natural (metano) en la sección de regulación después del regasificador por falla de accesorio o tubería.	Caso Alterno (CA)	10.16 / 0.4

Con base en lo anterior, la memoria de resultados y datos alimentados al Software PHAST Ver. 8.4 se procedió a estimar los radios de afectación por radiación, sobrepresión y toxicidad.

VII.1.2. Modelos aplicados en la simulación de escenarios hipotéticos de pérdida de contención.

En la estimación de radios de afectación, se utilizó el software Process Hazard Analysis Tools (PHAST Ver. 8.4, licenciado por Det Norske Veritas, Technica) donde se calculó la tasa de descarga y la fase del material liberado, los cuales dependen del diámetro equivalente del orificio de fuga.

Para el caso de definición de diámetros equivalentes de fuga, se consideraron los criterios establecidos en referencias como Crowl, A.D.; Louvar, J.F., "Chemical Process Safety", 2nd. Prentice. Hall, 2002 y DNV, que indican calcular un diámetro equivalente de fuga en función a un porcentaje de la sección transversal del 20% máximo para estimar rupturas de línea y en el caso de fugas continuas en accesorios, líneas ó equipos, se tomaron los criterios Risk Analysis for Process Plant, Pipelines and Transport pag. 339/Handbook on Failure Frequencies 2009, 05/05/2009/ Canvey report/API-581, Banco Mundial, API-1149, API-1160, API-580, DOT, EPA).

Tabla 27. Diámetros equivalentes de fuga.

No. Orificio de liberación	Tamaño de orificio de liberación	Rango del diámetro del orificio (pulg)	Diámetro del orificio de liberación (pulg)
1	Pequeño	0 - ¼	$d_1 = 0.25$
2	Mediano	> ¼- 2	$d_2 = 1$
3	Grande	>2-6	$d_3 = 1$
4	Ruptura	>6	$D_4 = \min (D, 16)$

1. Matriz de evaluación NOM-013-SECRE-2012. Plant, Pipelines and Transport pag. 339 / Handbook on Failure Frequencies 2009, 05/05/2009 / API-581, Banco Mundial/Risk Analysis for Process Plant, Pipelines and Transport pag. 339/Handbook on Failure Frequencies 2009, 05/05/2009/ Canvey report ARAMIS D1C – APPENDIX 12.

Criterios de inflamabilidad, explosividad y toxicidad.

Respecto a los modelos de dispersión para predecir el área afectada en función del tamaño, forma de la nube y concentraciones de interés (LFL, TLV o IDLH), PHAST utiliza el "Modelo de Dispersión Unificado" (UDM) el cual contempla que las emisiones presurizadas, continuas, instantáneas y Quasi-Instantáneas pasan por las siguientes etapas:

- Etapa I, chorro inicial turbulento y en expansión;
- Etapa II, expansión densa y mezclado turbulento;
- Etapa III, decaimiento de la nube densa y

- Etapa IV, dispersión pasiva.

Por su parte, para el modelo de inflamabilidad/explosividad, se utiliza el Modelo de Multienergía sugerido por TNO (The Netherlands Organization) y el modelo de Baker Strehlow por ser más exactos en liberaciones de sustancias inflamables en espacios abiertos, obstáculos, congestionamiento y reactividad de la mezcla (Porcentaje de confinamiento) y el modelo de “Cono Truncado” para evaluación de la forma de la nube y así estimar los niveles de radiación térmica, sobrepresión y toxicidad en los eventos de fuegos tipo soplete (Jet Fire), bola de fuego (Flash Fire), fuego tipo charco (Pool Fire) y fuego o detonación por BLEVE.

Por su parte, la duración del accidente depende de las características de la instalación, esto es, de sus controles de ingeniería y administrativos que coadyuvan en la atención de emergencias. En este análisis para fines de estimación de la masa explosiva, se estimó un tiempo promedio de liberación de 60 segundos basados en la instrumentación y controles administrativos con que cuenta la instalación para alertar oportunamente de algún posible problema y actuar en tiempo y forma, y los medios para prevenir o mitigar la liberación como sistemas de corte de emergencia, de detección de incendios.

Los Modelos de Emisión fueron utilizados para determinar el flujo de descarga del material liberado, la cantidad total emitida y el estado físico del mismo, asumiendo que estas emisiones pueden ser instantáneas o continuas, en una o dos fases; a presión o atmosféricas, criogénicas, confinadas o no-confinadas, sobre tierra o agua y que el material tiene la posibilidad de fugarse por orificios o grietas en los tanques, recipientes o líneas, bridas, bombas, válvulas e incluso por la apertura de una válvula de seguridad que descargue a la atmósfera.

Una vez definidos los escenarios a simular, se identifican los parámetros y datos requeridos por el programa de simulación. Estos datos están integrados en el **Anexo 6**. Los resultados presentados en los formatos de salida del software empleado están integrados en el **Anexo 5**.

Para el evento menos probable, pero de consecuencias catastróficas, se estimó considerando el modelo de ruptura de línea basada en el criterio de fuga equivalente del 20% del diámetro de línea (PHAST 7.2/6.4/8.0/API-581).

Por su parte, los tiempos de fuga cuando se presenta en un lugar poco accesible, el tiempo de respuesta dependerá del sistema de detección y bloqueo de válvulas, se estima que será de un margen de 1 min, dependiendo del lugar y los mecanismos de respuesta instalados. (API-1149, API-1160, API-580, API-581 Banco Mundial, DOT, EPA). Así mismo, “Lees, 1996”, considera que la máxima probabilidad de formación de una nube explosiva ocurre cuando el periodo de tiempo entre el inicio de la fuga y la ignición está comprendido en 1 minuto.

Para el reporte de estimación de los modelos de dispersión, se desarrollaron considerando la Categoría de Clima Pasquill-Gifford a las condiciones recomendadas por la Guía de la ASEA para la elaboración de los Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos, que corresponde a una velocidad de viento de 1.5 m/s y estabilidad F así como a las condiciones del “peor caso” y “alterno” referenciadas por EPA, SEMARNAT/ASEA, Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases, AIChE, Estudios de Análisis Cuantitativo de Riesgo en Procesos Químicos (CPQRA “Chemical Process Quantitative Risk Analysis”).

Tabla 28. Categorías de Estabilidad de Pasquill-Glifford.

Categorías de Estabilidad de Pasquill-Glifford							
Velocidad superficial del viento 10 m		Radiación solar (Día)			Cobertura de nubes en la noche		
(m/s)	(mph)	Fuerte	Moderada	Ligera	Fina <3/8	Moderada >3/8	Densa >4/5
<2	<5	A	A-B	B	--	--	D
2-3	5-7	A-B	B	C	E	F	D
3-5	7-11	B	B-C	C	D	E	D
5-6	11-13	C	C-D	D	D	D	D
>6	>13	C	D	D	D	D	D

Donde:

A=Muy inestable B=Inestable C=Moderadamente Inestable D=Neutra
 E=Moderadamente estable F=Estable

A. Criterio de evaluación por Inflamabilidad.

Límite Superior de Inflamabilidad (UFL). Zona con la concentración máxima de gases, vapores o nieblas inflamables en aire por arriba de la cual, la mezcla no es explosiva aun en presencia de fuente de ignición.

Límite Inferior de Inflamabilidad (LFL). Zona con la concentración mínima de gases, vapores o nieblas inflamables en aire por debajo de la cual, la mezcla no es explosiva aun en presencia de fuente de ignición.

½ Límite Inferior de Inflamabilidad. Zona de Seguridad para delimitar y evitar generación de Flash Fire ante posibles fuentes de ignición dentro del límite inferior y superior de inflamabilidad.

En el **Anexo 1** se adjunta la Hoja de datos de seguridad del Gas Natural Licuado.

B. Criterio de evaluación por radiación térmica

Para el caso de afectaciones por radiación térmica, se empleó el modelo de recomendado por TNO, cuyos algoritmos analizan de una manera más aproximada a la realidad el comportamiento de la nube formada por el material liberado, considerando el porcentaje de confinamiento, límites superior e inferior de inflamabilidad así como los tipos de incendio tales como fuego tipo soplete, charco de fuego, Flash Fire, entre otros.

Como criterio de evaluación para el nivel de radiación en la **Zona de Alto Riesgo**, se tomó el recomendado por la Guía de Riesgo ASEA, que es de 5 kW/m² (1500 Btu/hr-ft²), radiación para alcanzar el umbral de dolor en 16 seg en personas, las cuales pueden sufrir posibles quemaduras de 2º grado, para tiempos de exposición mayores a 16 seg con un tiempo máximo de exposición de 3 minutos pero con equipo de protección personal se estima 0% de letalidad para esta radiación (*API 521/World Bank, 1985/Less, 1980, NTP 291-1991, "Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis" 2nd Edition del CCPS*).

Por su parte, para la radiación en la **Zona de Amortiguamiento** se tomó el valor de 1.4 kW/m² (440 Btu/hr-ft²) Guía de Riesgo ASEA, radiación que se estima no causará molestia por exposición prolongada tomando de referencia que la radiación recibida del sol en un día de verano es aproximadamente de 1 kW/m² (*API 521/World Bank, 1985/Less, 1980, NTP 291-1991, "Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis" 2nd Edition del CCPS*).

Zona de Intervención/Atención a Emergencias (12.5 kW/m²), “Límite soportable” para un bombero con traje estructural con un tiempo de exposición prolongado. Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos, daños severos a equipos de instrumentación. Máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado (ejemplo bomberos). Es más que conveniente, de todos modos, refrigerar a la persona expuesta a esta dosis. Sin trajes especiales, 1% de mortalidad en 1 minuto, quemaduras de 1er grado en 10 segundos.

Zona de efecto dominó, se especificó el nivel de radiación de 37.5 kW/m² (API 581) como criterio para estimar la zona de afectación a equipos de proceso/colapso de estructuras y es letal para la integridad personal.

Tabla 29. Efectos generados por Radiación Térmica.

Intensidad de radiación		Daño producido por radiación térmica (World Bank)
Btu/hr ft ²	(kW/m ²)*	
11,867	37.5	Suficiente para causar daño a equipo de proceso incluyendo tanques de acero/ estructuras o maquinaria pesada.
7,911	25.0	Energía mínima requerida para prender la madera por exposición prolongada (no piloteada).
3,956	12.5	Energía mínima requerida para la ignición piloteada de madera, fundición de tubería de plástico.
3,006	9.5	El umbral del dolor se alcanza después de 8 segundos y quemaduras de 2° grado después de 20 segundos.
1,266	4.0-5	Suficiente para alcanzar el umbral de dolor en 16 segundos en personas, las cuales pueden sufrir posibles quemaduras de 2° grado, para tiempos de exposición mayores a 16 segundos con un tiempo máximo de exposición de 3 minutos, pero con equipo de protección personal, se estima 0% de letalidad.
440	1.39	Se estima que esta radiación no causará molestia por exposición prolongada tomando de referencia que la radiación recibida del sol en un día de verano es aproximadamente de 1 kW/m ² No causará incomodidad durante exposición prolongada.

*Basado en un promedio de exposición de 10 min (Barry 2002).

C. Criterios de evaluación de ondas de sobrepresión

Para el caso de ondas de sobrepresión provocadas por deflagraciones o explosiones físicas (detonación), los radios de salvaguarda y riesgo serán evaluados considerando los siguientes valores de sobrepresión:

3 lb/in² (0.21 Kg/cm² ≅ 0.2 bar), el cual corresponde a una **Zona Letal** que por ningún motivo se debe exponer una persona.

Zonas de Alto Riesgo por fenómenos de explosión (liberación de energía mecánica) Guía de Riesgo ASEA, recomiendan un valor de 1.0 lb/in² (0.07 kg/cm² ≅ 0.07 bar), nivel que puede causar destrucción parcial de casas y daños reparables a edificios, provocando el 1 % de ruptura de tímpanos y el 1 % de heridas serias por proyectiles, generalmente se estrellan grandes y pequeñas ventanas.

Para la Zona de Amortiguamiento, Guía ASEA, recomiendan el valor de 0.5 lb/in² (0.035 kg/cm² ≅ 0.035 bar), donde la literatura indica que se tendrán rupturas del 10% ventanas grandes de vidrio y pequeñas

normalmente estrelladas con algún daño ocasional en los marcos de dichas ventanas, así como daños a algunos techos con una probabilidad de 95% de que no ocurren daños serios (Clancy, 1972 and Baker, 1983, API RP 752).

Tabla 30. Efectos generados por ondas de sobrepresión.

Presión (bar)	Presión Máxima (psi)	Daño producido por ondas de sobrepresión en explosiones (Clancy)
0.0014	0.02	Ruido molesto (137 dB sí es de baja frecuencia 10-15 Hz.
0.002	0.03	Ruptura ocasional de ventanas de vidrio grandes que estén bajo tensión.
0.0028	0.04	Ruido fuerte (143 dB), ruptura de vidrio por la onda sísmica.
0.007	0.10	Ruptura de ventanas pequeñas que se encuentren bajo tensión.
0.0103	0.15	Presión típica de ruptura del vidrio.
0.0207	0.30	“Distancia segura” (probabilidad de 0,95 que no ocurran daños serios a partir de este valor); límite de proyectiles; daños a techos de casas; ruptura del 10 % de ventanas de vidrios.
0.0276 - 0.0344	0.40-0.5	Roturas del 10% ventanas grandes de vidrio y pequeñas normalmente estrelladas con algún daño ocasional en los marcos de dichas ventanas, así como daños a algunos techos con una probabilidad de 95% de que no ocurren daños serios
0.0344 - 0.07	0.50 – 1.00	Ventanas grandes y pequeñas normalmente estrelladas; daño ocasional a marcos de ventanas.
0.0482	0.70	Daño menor a estructuras de casas.
0.07	1.00	Nivel que puede causar destrucción parcial de casas y daños reparables a edificios, provocando el 1 % de ruptura de tímpanos y el 1 % de heridas serias por proyectiles, generalmente se estrellan grandes y pequeñas ventanas.
0.07 - 0.1378	1.00-2.00	Destrucción de asbesto corrugado; en las divisiones de acero corrugado o aluminio, los tornillos fallan y después se tuercen; los tornillos de paneles de madera fallan; los paneles son destruido.
0.0896	1.30	El armazón de acero de edificios revestidos se deforma.
0.1378	2.00	Colapso parcial de techos y paredes de casas.
0.1378 - 0.2068	2.00-3.00	Cuartheadura de paredes de concreto o bloques de ladrillo no reforzados.
0.15858	2.30	Límite inferior de daño estructural serio.
0.1723	2.50	50 % de destrucción de la mampostería en casas.
0.2068	3.00	Poco daño a maquinaria pesada (3 000 lb.) dentro de edificios industriales; armazones de acero en edificios se deforman y son arrancados de sus cimientos.
0.2068 - 0.2758	3.00-4.00	Demolición de edificios sin armazones o con paneles de acero; ruptura de tanques de almacenamiento de petróleo.
0.2758	4.00	Ruptura del revestimiento de edificios industriales ligeros.
0.3447	5.00	Los postes de madera se rompen súbitamente; prensas hidráulicas altas (40 000 lb.) en edificios son ligeramente dañadas.
0.3447 - 0.5	5.00-7.00	Destrucción casi completa de casas.
0.5 - 0.55	7.00-8.00	Paneles de ladrillo de 8-12 in de espesor no reforzados fallan por corte o flexión.

Presión (bar)	Presión Máxima (psi)	Daño producido por ondas de sobrepresión en explosiones (Clancy)
0.6205	9.00	Demolición total de vagones de ferrocarril cargados.
0.7	10.00	Probable destrucción total de edificios; desplazamiento y daño fuerte a maquinaria pesada (7 000 lb.), la maquinaria muy pesada (12 000 lb.) sobrevive.
20.7	300.00	Formación de cráter.

Para la estimación de las ondas de sobrepresión, se utilizó del modelo de Baker-Strelow-Tang, especificando en el PHAST los parámetros de expansión de flama (3), reactividad (media), densidad de obstáculos (baja) o grado de confinamiento e intensidad de fuente de ignición (débil) y corrección por efecto del suelo (1) con base los criterios de Kinsella (1993) y Baker (1996), recomendables cuando sólo se dispone de información cualitativa, y especialmente las de las guías GAME (1998) y GAMES (1998), que son las que se utilizan en este trabajo, en los casos que se disponga de información más amplia.

Kinsella (1993) tiene en cuenta el nivel de obstrucción de la nube, clasificándolo en alto, bajo y nulo; la existencia o no de confinamiento entre paredes paralelas y la energía de la fuente de ignición, distinguiendo entre fuerte (si es debida al venteo de una explosión en el interior de una conducción o situación análoga), y débil (si es debida a una llama, chispa o superficie caliente).

D. Efecto de las explosiones sobre los seres humanos.

Los efectos directos que una onda de presión puede ejercer sobre los seres humanos y que se relacionan con la sobrepresión y el impulso, afectan en primer lugar a los denominados “órganos blandos”, fundamentalmente el tímpano y el pulmón, pero cabe destacar que los posibles daños derivados del desplazamiento y colisión del cuerpo contra objetos o estructuras pueden ser más dañinas.

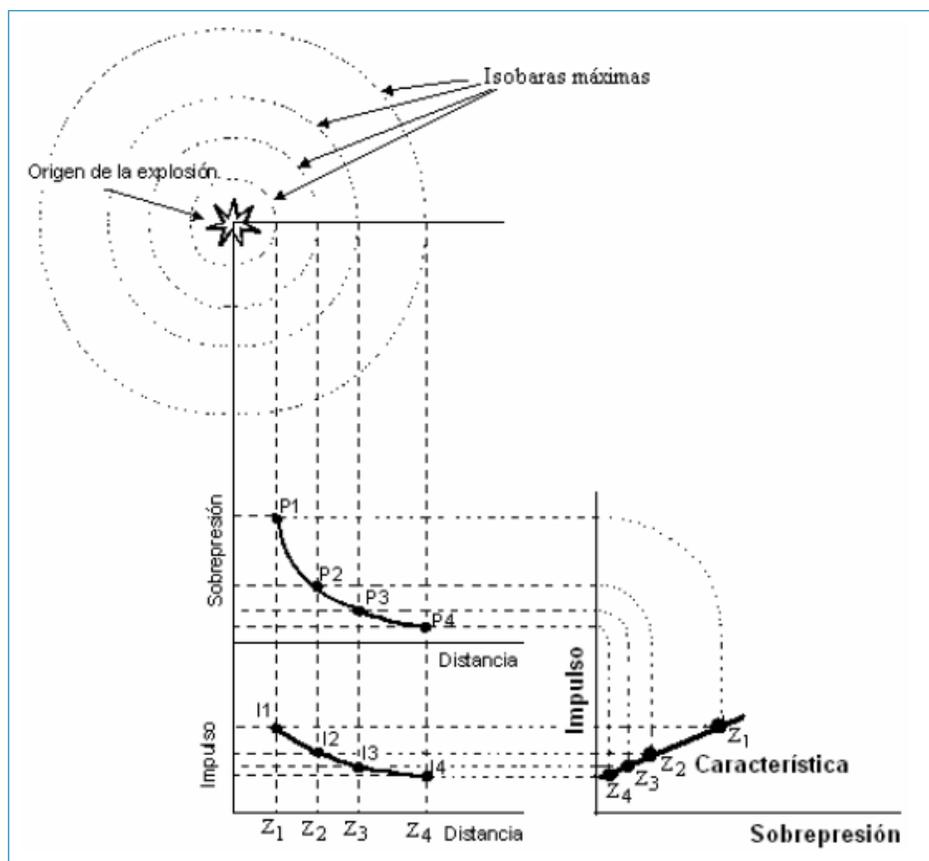
Glasstone (1962) y White (1968) (citados por Lees, 1996) han estudiado los daños que una explosión puede ocasionar sobre el tímpano. En general, han encontrado que la probabilidad del daño no depende de la duración de la fase positiva de la onda y, por consiguiente, del impulso, obteniéndose resultados similares para ondas de corta y larga duración.

En cualquier explosión se puede obtener la relación sobrepresión-impulso-distancia de la onda formada, por lo tanto, se generan las líneas de iso-riesgo que apoyan a conocer los posibles daños provocados por los accidentes. En la **Figura 46** se muestra el apoyo gráfico de los perfiles sobrepresión-distancia e impulso-distancia de la onda expansiva. En esta gráfica, se incluye el parámetro “característica”, (Z_1, Z_2, \dots, Z_n) que completa la información básica para llevar a cabo el análisis de consecuencias.

En el caso de las explosiones, el daño, en la mayoría de los casos, está provocado por dos magnitudes, la sobrepresión, P_s (Pa), y el impulso mecánico, i (Pa.s). El daño por rotura de tímpano sólo depende de la sobrepresión de la onda explosiva. En el resto, el daño se produce por la combinación de la sobrepresión y del impulso que pueden generar traumatismos mortales por desplazamiento e impacto con el cráneo, por desplazamiento e impacto con el cuerpo y por hemorragia pulmonar.

En la **Figura 46** se muestra la representación gráfica de los efectos de la sobrepresión e impulso.

Figura 46. Sobrepresión e impulso.



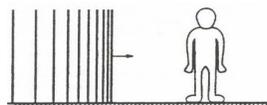
E. Daño al pulmón

Este efecto depende de la sobrepresión y de la duración de la fase positiva de la onda y, por consiguiente, del impulso. Dependiendo de la posición relativa del individuo frente a la onda, la presión efectiva ejercida sobre su caja torácica es diferente, tal como lo muestran las ilustraciones de la **Figura 47**.

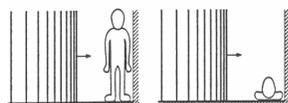
Figura 47. Posición frente a la onda de choque.



1. *Cuerpo humano que se sitúa en terreno libre y sin estructuras rígidas cercanas, de forma que ofrece la mínima resistencia a la onda. El eje longitudinal del individuo es paralelo a la dirección de avance por lo que para explosiones industriales, la presión que actúa sobre la caja torácica (P_{ef}) coincide con el valor de la sobrepresión estática (P_s).*



2. *Cuerpo humano de pie, que ofrece la máxima resistencia a la onda. La dirección de la onda es perpendicular al eje principal del individuo, ofreciendo resistencia al avance de la onda. La presión efectiva es la suma de la sobrepresión estática (P_s) y la presión dinámica.*

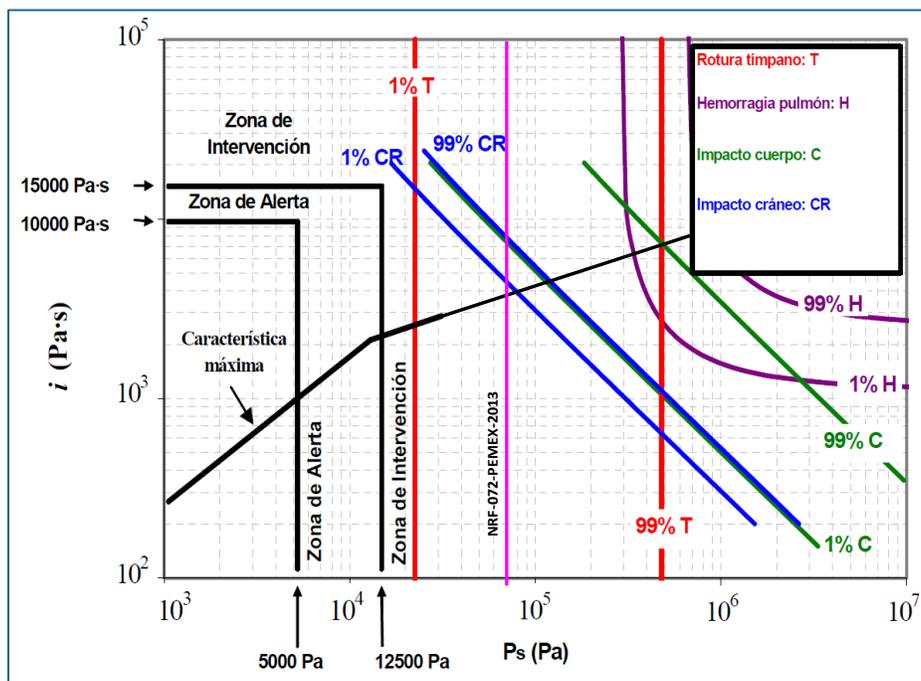


3. *Cuerpo humano de pie o tendido, junto a una estructura que provoque la reflexión de la onda. El individuo está situado en las inmediaciones de una estructura rígida que refleja la onda, la sobrepresión de la onda reflejada es siempre superior a la estática en la zona cercana al obstáculo (TNO, 1989). En este caso, es indiferente que el individuo se encuentre ofreciendo resistencia o no al avance de la onda, ya que el parámetro que más le afecta es la presión reflejada (P_r).*

La gente tiene más resistencia a la sobrepresión que la mayoría de los equipos y puede sobrevivir a sobrepresiones incidentes de 180 kN/m^2 (27 psi) (Bowen, Fletcher, y Richmond, DASA-2113, Washington, DC, octubre de 1968), incluso para explosiones de larga duración.

En la **Figura 48** se observa la representación conjunta de los valores límite de sobrepresión e impulso más significativas para humanos.

Figura 48. Representación conjunta de los valores límite de sobrepresión e impulso más significativas para humanos.



Representación conjunta de los valores límite de sobrepresión e impulso de las líneas de iso-riesgo más significativas para humanos y de la "característica (distancia)" de la explosión de máximo nivel registrada históricamente (Ref. Real Decreto Legislación española-Directriz Básica-2003)

Cuando la duración de la fase positiva de la onda es grande, sólo la sobrepresión es importante. En el caso contrario, cuando la duración es pequeña, sólo el impulso es el causante del daño. Este comportamiento doblemente asintótico del impulso mecánico y de la sobrepresión se ha observado también para los efectos provocados en las estructuras por las ondas de presión.

F. Criterios de Efectos de las explosiones sobre las estructuras.

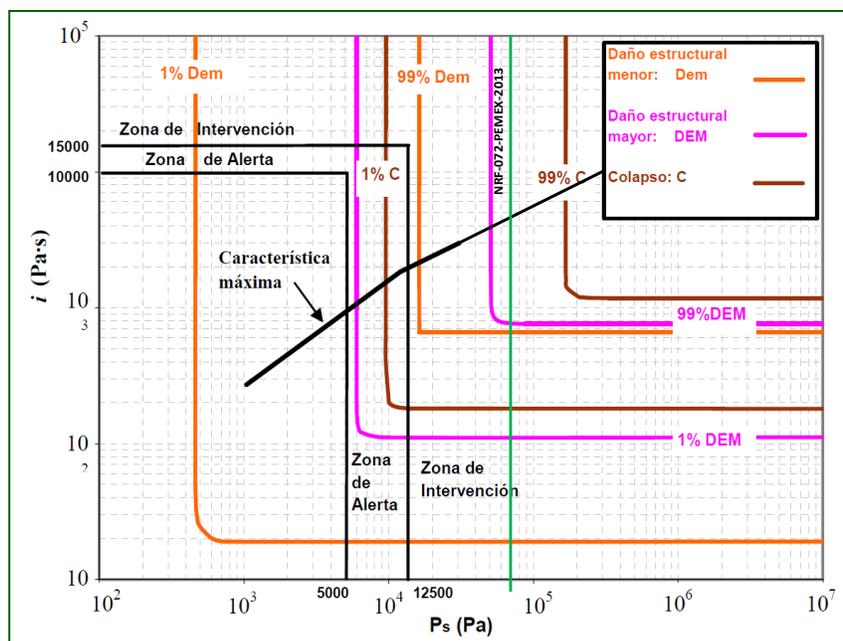
Al igual que ocurre con los daños ocasionados a los humanos, los provocados por las ondas sobre las estructuras dependen de la sobrepresión, del impulso y de la formación de proyectiles. En el nivel de gravedad influye también la orientación respecto a la dirección de avance de la onda, la geometría de la estructura (relación altura / longitud) y los materiales de construcción. Cabe señalar que, en general, los edificios son más sensibles a las explosiones que los seres humanos expuestos directamente a las mismas. (Lees, 1996) muestra los efectos que determinadas combinaciones sobrepresión-impulso provocan sobre edificaciones con paramentos de ladrillo (Wilton (1970), Gabrielsen (1973), Glasstone (1957), citados por Lees (1996). En la **Tabla 31** se muestran los criterios de afectación por impulso.

Tabla 31. Criterios de afectación por impulso.

Porcentaje de Daños	Descripción del daño	Sobre presión (bar)		Impulso	
		(Pa)	(Bar)	(Pa.s)	(Bar.s)
80%	Parcialmente demolido	35000	0.35	12800	0.128
40%	Daño severo, requiere demolición	34500	0.345	12100	0.121
25%	Daño moderado. Reparable.	27600	0.276	11200	0.112
10%	Daño leve. Reparable	18600	0.186	2300	0.023
		18000	0.18	7900	0.079
		13100	0.131	5800	0.058
		12400	0.124	6200	0.062
		11700	0.117	5800	0.058
		11000	0.11	1100	0.011
		9000	0.09	3200	0.032

En la **Figura 49** se presenta la representación conjunta de los valores límite de sobrepresión e impulso establecidos para edificaciones.

Figura 49. Representación conjunta de los valores límite de sobrepresión e impulso establecidos para edificaciones.



Representación conjunta de los valores límite de sobrepresión e impulso establecidos de las líneas de iso-riesgo más significativas para edificaciones y de la "característica (distancia)" de la explosión de máximo nivel registrada históricamente ((Ref. Real Decreto Legislación española-Directriz Básica-2003).

Zonas de Alerta e Intervención. Para referencia de los valores límite de la sobrepresión y del impulso de las explosiones, éstos están referenciados por los establecidos en la Directiva 2003/105/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2003, relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, y que apoyan a tomar decisiones respecto a estimación de consecuencia en humanos y estructuras. En la **Tabla 32** se muestran los criterios de zonas de intervención.

Tabla 32. Criterios de zonas de intervención.

Zona	Límite de Intervención	Límite de Alerta
Sobrepresión	12500 Pa	5000 Pa
Impulso	15000 Pa.s	10000 Pa.s
Alcance de los fragmentos	95% con impulso superior a 10 mbar.s	99.9% con impulso superior a 10 mbar.s

*Directiva 2003/105/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2003

Zona de Intervención. El valor límite de la sobrepresión para delimitar esta zona, corresponde a 12500 Pa, y es muy conservador en cuanto a los daños directos a los seres humanos, dado que los primeros efectos (1% de rotura de tímpano) se producirán a 22500 Pa, que casi duplica el valor.

El valor límite del impulso mecánico, *15000 Pa·s*, está situado por encima de la característica de la explosión considerada como de máximo nivel, razonablemente posible. Esto es, aunque dicho impulso puede producirse en una explosión real se daría a partir de, aproximadamente, *100 000 Pa* que es el punto de corte del impulso citado con la *característica* de la explosión “máxima”, por lo que la Zona estaría condicionada siempre por el valor límite de sobrepresión antes citado. En otros términos: la distancia al origen de cualquier explosión donde se produjera *15 000 Pa.s* sería siempre menor a la que correspondería la sobrepresión de *12 500 Pa*.

Zona de Alerta. El valor límite de la sobrepresión, 5 000 Pa, en cuanto a los daños directos a los seres humanos resulta también muy conservador. Las observaciones sobre el valor límite del impulso mecánico son las mismas que las indicadas para el caso de la zona de Intervención, por lo que, en la práctica, la zona está condicionada siempre por el límite de la sobrepresión (*5 000 Pa*) y, por consiguiente, el valor límite del impulso establecido no tiene aplicación en las explosiones reales.

G. Criterios de evaluación por toxicidad.

Para el caso de toxicidad se consideran para la evaluación de consecuencias los siguientes criterios (Guía de Riesgo ASEA):

TLV-TWA, Valor límite umbral de exposición en 8 horas (**Zona de Amortiguamiento**).

IDLH, Riesgo inmediato a la vida y a la salud. (**Zona de alto riesgo**).

Tabla 33. Efectos generados por toxicidad.

Concentración de interés	Daño producido por toxicidad (World Bank)
TLV	(Treshold Limit Value) Valor Limite Umbral. Concentración de una sustancia en suspensión en el aire por debajo de la cual se cree que casi todos los trabajadores pueden exponerse repetidamente día tras día sin sufrir efectos adversos para la salud. De acuerdo al tiempo de exposición, los TLV's pueden ser: TLV (8 h. TWA): ("Thresold Limit Value-Time Weighted Average", por sus siglas en inglés). Valor umbral límite-Promedio ponderada en el tiempo. Concentración ponderada para una jornada normal de trabajo de ocho horas y una semana laboral de cuarenta horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin que se evidencien efectos adversos TLV-STEL. Límite de exposición de corta duración ponderada en un tiempo de 15 minutos, que no se debe sobrepasar en ningún momento de la jornada laboral. TLV –C. Valor límite umbral techo. Es la concentración que no debe sobrepasarse en ningún momento durante la exposición en el trabajo.
IDLH	("Immediately Dangerous to Life or Health", por sus siglas en inglés). Inmediatamente Peligroso para la vida o la salud: Concentración máxima de una Sustancia Peligrosa, expresada en partes por millón (ppm) o en miligramos sobre metro cúbico (mg/m ³), que se podría liberar al ambiente en un plazo de treinta minutos sin experimentar síntomas graves ni efectos irreversibles para la salud

*Referencia. Guía Análisis de Riesgo, ASEA.

Resultados de Radio y Zonas de afectación por radiación, sobrepresión y toxicidad.

Con base a los criterios de diámetro equivalente de fuga, así como tiempo estimado de liberación descritos, se registran los datos básicos que fueron alimentados al Software PHAST, para estimar los radios de afectación.

Los resultados incluyendo el detalle de los datos técnicos adicionales, se adjuntan en el **Anexo 5**.

En la **Tabla 34** se presentan los datos alimentados para la realización de la simulación de eventos de riesgo.

Tabla 34. Datos técnicos básicos alimentados para estimar los radios de afectación por pérdida de contención.

Tipificación de evento	Identificación del escenario		Diámetro (pulg)		Flujo másico	Presión	Temperatura	Duración de fuga	Inventario liberado	*Tasa de fuga
	Clave	Descripción	Equipo	Fuga	kg/hr	kg/cm ²	°C	min	kg	kg/seg
Peor Caso (PC)	ENEST AS-MEXIB C-01	Fuga, explosión e incendio en tanque criogénico por aumento de presión en el interior del tanque hasta pérdida de contención de los 19,800 kilogramos de gas natural licuado (metano).	D= 2.43 m L=12.19 m	Total	--	4.21	- 162	Instantánea	19800	Ruptura
Caso más probable (CM)	ENEST AS-MEXIB C-02	Fuga, explosión e incendio de gas natural licuado (metano) durante maniobra de trasvase de autotanque a tanque de guarda criogénico por mala operación, o por falla de accesorio o tubería.	2	0.4	--	6.32	- 162	1	68.94	1.149
Caso Alternativo (CA)	ENEST AS-MEXIB C-03	Fuga, explosión e incendio de gas natural (metano) en la sección de regulación después del regasificador por falla de accesorio o tubería.	2	0.4	-	2.81	23	1	2.67	0.0446

*Estimada mediante el uso del Software Phast Ver. 8.4 en el modelo de descarga a las condiciones de presión y temperatura del proceso así como D_{eq} . De fuga.

El detalle gráfico y tabular de los radios de afectación por radiación térmica, sobrepresión y toxicidad de los 3 escenarios de pérdida de contención simulados, se integran en el **Anexo 7**. En las siguientes tablas se muestra el resumen de los resultados.

Tabla 35. Resultados de radios y zonas de afectación.

CLAVE DEL ESCENARIO	Ø _{Eq.} (mm)	Tasa de fuga (Kg/s)	Tiempo de fuga (Seg)	CLAVE DEL EVENTO	RADIO DE ZONAS DE AFECTACIÓN EN METROS (A condiciones climatológicas promedio del sitio)									
					TOXICIDAD (m)		RADIACIÓN TERMICA (m)				SOBRE PRESION (m)			
					Nivel de Alto Riesgo IDLH (5000 ppm)	Nivel de Amortiguamiento TLV _s (1000 ppm)	Nivel Letal (37.5 kW/m ²)	Nivel de Muy Alto Riesgo (12.5 kW/m ²)	Nivel de Alto Riesgo, (5 kW/m ²)	Nivel de Amortiguamiento (1.4 kW/m ²)	Nivel de muy Alto Riesgo (3 psi ≅ 0.2 bar)	Nivel de Alto Riesgo (1 psi ≅ 0.06 bar)	Nivel de Amortiguamiento (0.5 psi ≅ 0.03 bar)	
ENESTAS-MEXIBC-01	Ruptura	-	Instantánea	DIS	-	2794.45	-	-	-	-	-	-	-	-
				FB	--	--	53.81	95.53	149.81	274.97	--	--	--	
				LPF	--	--	77.03	138.16	209.00	365.13	--	--	--	
				UVCE	--	--	--	--	--	--	No alcanzable	392.37	536.20	
Radio de Inflamabilidad (FLA)				UFL : 45.27 m			LFL : 158.60 m			1/2 LFL : 302.63 m				
AFECTACIÓN POR RADIACIÓN					AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN.									
NIVEL DE AFECTACIÓN A EQUIPOS (37.8 Kw/m ² (API 581))		NIVEL DE ALTO RIESGO RADIO (1500 Btu/hr-ft ² ≅ 5 kW/m ²)		NIVEL DE AMORTIGUAMIENTO RADIO (440 Btu/hr-ft ² ≅ 1.4 kW/m ²)		NIVEL LETAL PARA EL SER HUMANO (3 lb/in ² ≅ 0.21 Kg/cm ² ≅ 0.2 bar)		NIVEL ALTO RIESGO RADIO (1.0 lb/in ² ≅ 0.07 Kg/cm ² ≅ 0.07 bar)		NIVEL DE AMORTIGUAMIENTO RADIO (0.5 lb/in ² ≅ 0.035 Kg/cm ² ≅ 0.035 bar)				
Nivel de radiación para estimar la zona de afectación a equipos de proceso/colapso de estructuras y es letal para la integridad personal.		Nivel de radiación para alcanzar el umbral de dolor en 16 seg en personas, las cuales pueden sufrir posibles quemaduras de 2º grado para tiempos de exposición mayores a 16 seg con un tiempo máximo de exposición de 3 minutos pero con equipo de protección personal; se estima 0% de letalidad para esta radiación.		Radiación que se estima no causará molestia por exposición prolongada tomando de referencia que la radiación recibida del sol en un día de verano es aproximadamente de 1 kW/m ² .		Nivel de sobrepresión que corresponde a una Zona Letal que por ningún motivo se debe exponer una persona.		Nivel de sobrepresión que puede causar destrucción parcial de casas y daños reparables a edificios, provocando el 1 % de ruptura de tímpanos y el 1 % de heridas serias por proyectiles, generalmente se estrellan grandes y pequeñas ventanas.		Nivel de sobrepresión que indica que se tendrán rupturas del 10% ventanas grandes de vidrio y pequeñas normalmente estrelladas con algún daño ocasional en los marcos de dichas ventanas, así como daños a algunos techos con una probabilidad de 95% de que no ocurren daños serios (Clancy, 1972 and Baker, 1983).				

DIS. Dispersión.

FLA. Fuego tipo Flamazo (Flash Fire).

JETF. Fuego tipo soplete/Chorro de fuego /Jet Fire)

EPF. Early Pool Fire (Charco de fuego temprano)

BLEVE. Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion.

LPF. Late Pool Fire (Charco de fuego tardío)

UVCE. Unconfined Vapour Cloud Explosion (Explosión de Nube de Vapor no Confinado).

NA. No alcanzado.

FB. FireBALL (Bola de fuego).

NR. No reportado.

Tabla 35. Resultados de radios y zonas de afectación. (Continuación).

CLAVE DEL ESCENARIO	Ø _{Eq.} (mm)	Tasa de fuga (Kg/s)	Tiempo de fuga (Seg)	CLAVE DEL EVENTO	RADIO DE ZONAS DE AFECTACIÓN EN METROS (A condiciones climatológicas promedio del sitio)									
					TOXICIDAD (m)		RADIACIÓN TÉRMICA (m)				SOBRE PRESIÓN (m)			
					Nivel de Alto Riesgo IDLH (5000 ppm)	Nivel de Amortiguamiento TLV _s (1000 ppm)	Nivel Letal (37.5 kW/m ²)	Nivel de Muy Alto Riesgo (12.5 kW/m ²)	Nivel de Alto Riesgo, (5 kW/m ²)	Nivel de Amortiguamiento (1.4 kW/m ²)	Nivel de muy Alto Riesgo (3 psi ≅ 0.2 bar)	Nivel de Alto Riesgo (1 psi ≅ 0.06 bar)	Nivel de Amortiguamiento (0.5 psi ≅ 0.03 bar)	
ENESTAS-MEXIBC-02	10.16 (0.4 pg)	1.149	60	DIS	-	252.79	-	--	--	--	--	--	--	--
				JET	--	--	7.73	12.57	15.75	26.50	--	--	--	
				EPF	--	--	6.01	7.94	9.56	12.54	--	--	--	
				LPF	--	--	6.01	7.94	9.56	12.54	--	--	--	
				UVCE	--	--	--	--	--	--	No alcanzable	65.73	91.72	
Radio de Inflamabilidad (FLA):				UFL : 16.24	LFL : 35.57 m				1/2 LFL : 46.35 m					
AFECTACIÓN POR RADIACIÓN					AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN.									
NIVEL DE AFECTACIÓN A EQUIPOS (37.8 Kw/m ² (API 581))	NIVEL DE ALTO RIESGO RADIO (1500 Btu/hr-ft ² ≅ 5 kW/m ²)		NIVEL DE AMORTIGUAMIENTO RADIO (440 Btu/hr-ft ² ≅ 1.4 kW/m ²)		NIVEL LETAL PARA EL SER HUMANO (3 lb/in ² ≅ 0.21 Kg/cm ² ≅ 0.2 bar)	NIVEL ALTO RIESGO RADIO (1.0 lb/in ² ≅ 0.07 Kg/cm ² ≅ 0.07 bar)		NIVEL DE AMORTIGUAMIENTO RADIO (0.5 lb/in ² ≅ 0.035 Kg/cm ² ≅ 0.035 bar)						
Nivel de radiación para estimar la zona de afectación a equipos de proceso/colapso de estructuras y es letal para la integridad personal.	Nivel de radiación para alcanzar el umbral de dolor en 16 seg en personas, las cuales pueden sufrir posibles quemaduras de 2º grado para tiempos de exposición mayores a 16 seg con un tiempo máximo de exposición de 3 minutos pero con equipo de protección personal; se estima 0% de letalidad para esta radiación.		Radiación que se estima no causará molestia por exposición prolongada tomando de referencia que la radiación recibida del sol en un día de verano es aproximadamente de 1 kW/m ² .		Nivel de sobrepresión que corresponde a una Zona Letal que por ningún motivo se debe exponer una persona.	Nivel de sobrepresión que puede causar destrucción parcial de casas y daños reparables a edificios, provocando el 1 % de ruptura de tímpanos y el 1 % de heridas serias por proyectiles, generalmente se estrellan grandes y pequeñas ventanas.		Nivel de sobrepresión que indica que se tendrán rupturas del 10% ventanas grandes de vidrio y pequeñas normalmente estrelladas con algún daño ocasional en los marcos de dichas ventanas, así como daños a algunos techos con una probabilidad de 95% de que no ocurren daños serios (Clancy, 1972 and Baker, 1983).						

DIS. Dispersión.

FLA. Fuego tipo Flamazo (Flash Fire).

JETF. Fuego tipo soplete/Chorro de fuego /Jet Fire)

EPF. Early Pool Fire (Charco de fuego temprano)

BLEVE. Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion.

LPF. Late Pool Fire (Charco de fuego tardío)

UVCE. Unconfined Vapour Cloud Explosion (Explosión de Nube de Vapor no Confinado).

NA. No alcanzado.

FB. FireBall (Bola de fuego).

NR. No reportado.

Tabla 35. Resultados de radios y zonas de afectación. (Continuación).

CLAVE DEL ESCENARIO	Ø _{Eq.} (mm)	Tasa de fuga (Kg/s)	Tiempo de fuga (Seg)	CLAVE DEL EVENTO	RADIO DE ZONAS DE AFECTACIÓN EN METROS (A condiciones climatológicas promedio del sitio)									
					TOXICIDAD (m)		RADIACIÓN TÉRMICA (m)				SOBRE PRESIÓN (m)			
					Nivel de Alto Riesgo IDLH (5000 ppm)	Nivel de Amortiguamiento TLV _s (1000 ppm)	Nivel Letal (37.5 kW/m ²)	Nivel de Muy Alto Riesgo (12.5 kW/m ²)	Nivel de Alto Riesgo, (5 kW/m ²)	Nivel de Amortiguamiento (1.4 kW/m ²)	Nivel de muy Alto Riesgo (3 psi ≅ 0.2 bar)	Nivel de Alto Riesgo (1 psi ≅ 0.06 bar)	Nivel de Amortiguamiento (0.5 psi ≅ 0.03 bar)	
ENESTAS-MEXIBC-03	10.16 (0.20 pg)	0.0446	60	DIS	-	36.47	--	--	--	--	--	--	--	--
				JET	--	--	n/d	n/d	n/d	1.088	--	--	--	
				EPF	--	--	-	-	-	--	--	--	--	
				LPF	--	--	-	-	-	--	--	--	--	
				UVCE	--	--	--	--	--	--	n/d	n/d	n/d	
Radio de Inflamabilidad				UFL : n/d			LFL : n/d			1/2 LFL : n/d				
AFECTACIÓN POR RADIACIÓN					AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN.									
NIVEL DE AFECTACIÓN A EQUIPOS (37.8 Kw/m ² (API 581))		NIVEL DE ALTO RIESGO RADIO (1500 Btu/hr-ft ² ≅ 5 kW/m ²)		NIVEL DE AMORTIGUAMIENTO RADIO (440 Btu/hr-ft ² ≅ 1.4 kW/m ²)		NIVEL LETAL PARA EL SER HUMANO (3 lb/in ² ≅ 0.21 Kg/cm ² ≅ 0.2 bar)		NIVEL ALTO RIESGO RADIO (1.0 lb/in ² ≅ 0.07 Kg/cm ² ≅ 0.07 bar)		NIVEL DE AMORTIGUAMIENTO RADIO (0.5 lb/in ² ≅ 0.035 Kg/cm ² ≅ 0.035 bar)				
Nivel de radiación para estimar la zona de afectación a equipos de proceso/colapso de estructuras y es letal para la integridad personal.		Nivel de radiación para alcanzar el umbral de dolor en 16 seg en personas, las cuales pueden sufrir posibles quemaduras de 2º grado para tiempos de exposición mayores a 16 seg con un tiempo máximo de exposición de 3 minutos pero con equipo de protección personal; se estima 0% de letalidad para esta radiación.		Radiación que se estima no causará molestia por exposición prolongada tomando de referencia que la radiación recibida del sol en un día de verano es aproximadamente de 1 kW/m ² .		Nivel de sobrepresión que corresponde a una Zona Letal que por ningún motivo se debe exponer una persona.		Nivel de sobrepresión que puede causar destrucción parcial de casas y daños reparables a edificios, provocando el 1 % de ruptura de tímpanos y el 1 % de heridas serias por proyectiles, generalmente se estrellan grandes y pequeñas ventanas.		Nivel de sobrepresión que indica que se tendrán rupturas del 10% ventanas grandes de vidrio y pequeñas normalmente estrelladas con algún daño ocasional en los marcos de dichas ventanas, así como daños a algunos techos con una probabilidad de 95% de que no ocurren daños serios (Clancy, 1972 and Baker, 1983).				

DIS. Dispersión.

FLA. Fuego tipo Flamazo (Flash Fire).

JETF. Fuego tipo soplete/Chorro de fuego /Jet Fire)

EPF. Early Pool Fire (Charco de fuego temprano)

BLEVE. Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion.

LPF. Late Pool Fire (Charco de fuego tardío)

UVCE. Unconfined Vapour Cloud Explosion (Explosión de Nube de Vapor no Confinado).

NA. No alcanzado.

FB. FireBall (Bola de fuego).

NR. No reportado.

En la **Tabla 36** se muestran la evaluación de los niveles de radiación y sobrepresión respecto de las distancias de interés.

Tabla 36. Niveles de radiación, toxicidad y sobrepresión a las distancias de interés.

ESCENARIO	TIPO DE EVENTO DE RIESGO Y RADIOS DE ZONAS DE AFECTACIÓN	DISTANCIAS DE INTERÉS Y EVALUACIÓN DE AFECTACIÓN		
		31 Metros (Edificio de Proceso del Cliente)	45 Metros (Tanques de Gas LP)	75 Metros (Tanque de Amoniaco)
ENESTAS-MEXIBC-01 Peor escenario	FB (Bola de Fuego) Nivel Letal (37.5 kW/m ²)- 53.81 m Nivel de Muy Alto Riesgo (12.5 kW/m ²)- 95.53 m Nivel de Alto Riesgo, (5 kW/m ²)- 149.81 m Nivel de Amortiguamiento (1.4 kW/m ²)- 274.97 m	Queda comprendido dentro del nivel letal por radiación.	Queda comprendido dentro del nivel letal por radiación.	Queda comprendido dentro del nivel de muy alto riesgo por radiación.
	LPF (Charco de Fuego Tardío) Nivel Letal (37.5 kW/m ²)- 77.03 m Nivel de Muy Alto Riesgo (12.5 kW/m ²)- 138.16 m Nivel de Alto Riesgo, (5 kW/m ²)- 209.00 m Nivel de Amortiguamiento (1.4 kW/m ²)- 365.13 m	Queda comprendido dentro del nivel letal por radiación.	Queda comprendido dentro del nivel letal por radiación.	Queda comprendido dentro del nivel letal por radiación.
	UVCE (Explosión de Nube de Vapor no Confinada) Nivel de Alto Riesgo (1 psi) – 392.37 Nivel de Amortiguamiento (0.5 psi) -536.20	Queda comprendido dentro del radio de alto riesgo por sobrepresión.	Queda comprendido dentro del radio de alto riesgo por sobrepresión.	Queda comprendido dentro del radio de alto riesgo por sobrepresión.
ENESTAS-MEXIBC-02 Escenario más probable	JET (Chorro de fuego /Jet Fire) Nivel Letal (37.5 kW/m ²)- 7.73 m Nivel de Muy Alto Riesgo (12.5 kW/m ²)- 12.57 m Nivel de Alto Riesgo, (5 kW/m ²)- 15.75 m Nivel de Amortiguamiento (1.4 kW/m ²)- 26.50 m	Queda fuera de niveles de riesgo y fuera del nivel de amortiguamiento.	Queda fuera de niveles de riesgo y fuera del nivel de amortiguamiento.	Queda fuera de niveles de riesgo y fuera del nivel de amortiguamiento.
	EPF (Charco de fuego temprano) Nivel Letal (37.5 kW/m ²)- 6.01 m Nivel de Muy Alto Riesgo (12.5 kW/m ²)- 7.94 m Nivel de Alto Riesgo, (5 kW/m ²)- 9.56 m Nivel de Amortiguamiento (1.4 kW/m ²)- 12.54 m	Queda fuera de niveles de riesgo y fuera del nivel de amortiguamiento.	Queda fuera de niveles de riesgo y fuera del nivel de amortiguamiento.	Queda fuera de niveles de riesgo y fuera del nivel de amortiguamiento.
	LPF (Charco de Fuego Tardío) Nivel Letal (37.5 kW/m ²)- 6.01 m Nivel de Muy Alto Riesgo (12.5 kW/m ²)- 7.94 m Nivel de Alto Riesgo, (5 kW/m ²)- 9.56 m Nivel de Amortiguamiento (1.4 kW/m ²)- 12.54 m	Queda fuera de niveles de riesgo y fuera del nivel de amortiguamiento.	Queda fuera de niveles de riesgo y fuera del nivel de amortiguamiento.	Queda fuera de niveles de riesgo y fuera del nivel de amortiguamiento.
	UVCE (Explosión de Nube de Vapor no Confinada) Nivel de Alto Riesgo (1 psi) - 65.73 m Nivel de Amortiguamiento (0.5 psi) - 91.72 m	Queda comprendido dentro del radio de alto riesgo por sobrepresión.	Queda comprendido dentro del radio de alto riesgo por sobrepresión.	Queda comprendido dentro del nivel de amortiguamiento por sobrepresión.
ENESTAS-MEXIBC-03 Escenario alternativo	JET (Chorro de fuego /Jet Fire) Nivel Letal (37.5 kW/m ²)- no detectado Nivel de Muy Alto Riesgo (12.5 kW/m ²)- no detectado Nivel de Alto Riesgo, (5 kW/m ²)- no detectado Nivel de Amortiguamiento (1.4 kW/m ²)- 1.088 m	Queda fuera del nivel de amortiguamiento	Queda fuera del nivel de amortiguamiento	Queda fuera del nivel de amortiguamiento

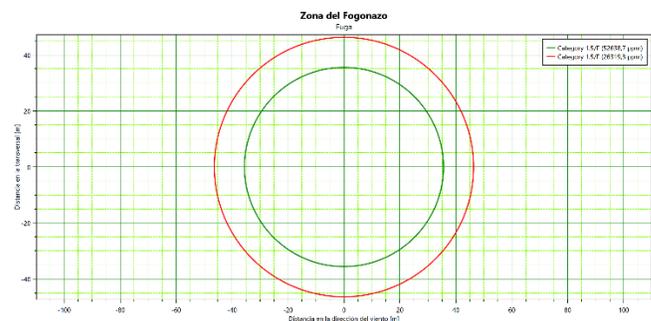
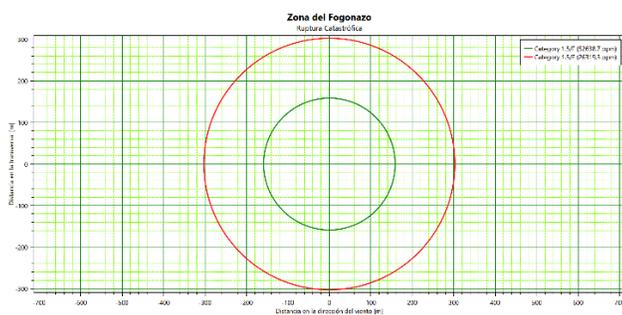
Los radios de afectación estimados y plasmados en el Plano de Localización de la Terminal Remota, donde se visualizan las áreas de exposición en las zonas de alto riesgo y amortiguamiento se adjuntan en el **Anexo 7**.

Los radios de las zonas de inflamabilidad de los dos escenarios en donde, en caso de ocurrencia del evento se debe evitar tener fuentes de ignición viva y donde conviene evaluar la instalación de sistema de detección de gas y fuego con activaciones de alarmas audibles y visibles, así como activación del sistema por emergencia se muestran en las siguientes figuras. El evento no se detectó en el tercer escenario.

Figura 50. Zonas de Inflamabilidad para los escenarios propuestos 01 y 02.

ENESTAS-MEXIBC-01

ENESTAS-MEXIBC-02



Radio de Zonas de Afectación en metros (A condiciones climatológicas promedio del sitio)	
Inflamabilidad (flashfire)	Distancia a favor del viento
Límite inferior de explosividad LEL(50000ppm)	158.60 m
½ Límite inferior de explosividad ½ LEL (25000ppm)	302.63 m

Radio de Zonas de Afectación en metros (A condiciones climatológicas promedio del sitio)	
Inflamabilidad (flashfire)	Distancia a favor del viento
Límite inferior de explosividad LEL(50000ppm)	35.57 m
½ Límite inferior de explosividad ½ LEL (25000ppm)	46.35 m

Los radios y zonas de afectación por radiación, toxicidad y sobrepresión derivado de escenarios de pérdida de contención están integrados en el **Anexo 7**.

En cuanto al cálculo y determinación de los parámetros empleados en la simulación de eventos, en el punto V.3 se describe el cálculo del volumen máximo de Gas Natural presente en la Instalación en un momento dado, y en el **Anexo 5** y en el **Anexo 6**, se incluyen los datos alimentados.

VII.1.3. Análisis de Vulnerabilidad e Interacción del riesgo.

En la **Tabla 37** se presenta el Análisis de vulnerabilidad e interacción de riesgo para los escenarios hipotéticos.

Tabla 37. Análisis de vulnerabilidad e interacción de riesgo para los escenarios hipotéticos.

Clave escenario de riesgo Hipotético	Descripción	Evento Final Indeseado	Radio (m)	Infraestructura expuesta	Medidas preventivas y de mitigación.
ENESTAS-MEXIBC-PC-01	Fuga, explosión e incendio en tanque criogénico por aumento de presión en el interior del tanque hasta pérdida de contención de los 19,800 kilogramos de gas natural licuado (metano).	Deflagración controlada (FB)	Nivel Letal (37.5 kW/m ²)-53.81 m Nivel de Muy Alto Riesgo (12.5 kW/m ²)-95.53 m Nivel de Alto Riesgo (5 kW/m ²)-149.81 m	<ul style="list-style-type: none"> Autotank de recarga en caso de evento durante la carga. Vaporizador. Estación de regulación (Manifold). Personal, edificios y equipamiento del cliente. Tanques de Gas LP propiedad del cliente. Tanque de amoniaco del cliente. 	<ul style="list-style-type: none"> Válvula de venteo manual V 19, Válvulas de alivio de presión del tanque (SV-7, SV-8) calibradas a 115 psi. Válvula de alivio SV-3 en la línea de llenado o drenado, ajustada 250 psi en la tubería de entrada y válvula SV-33 en la misma línea ajuste a 250 psi para evitar la sobrepresión del tanque y la tubería. Parámetros de diseño del tanque. Fabricación bajo ASME Sección VIII Div. 1 Edición 1998. Certificado de inspección inicial de diciembre de 2017 Sistema de telemedición con alertas de sobrepresión para identificación oportuna del incremento en la presión del tanque. Curso al personal del cliente de inducción en el manejo seguro de GNL y Curso de Operación Segura de Terminal Remota de Regasificación. Elemento 11 del SASISOPA Énestas (Integridad Mecánica). Expediente de aseguramiento de calidad de la Terminal. Equipo portátil de combate de incendios del cliente. Equipo portátil de atención de incendios propio de Énestas en la Terminal.
		Charco de fuego tardío (LPF)	Nivel Letal (37.5 kW/m ²)-77.03 m Nivel de Muy Alto Riesgo (12.5 kW/m ²)-138.16 m Nivel de Alto Riesgo (5 kW/m ²)-209.00 m		
		Dispersión de nube inflamable masiva con daños al ambiente (FLA)	Límite inferior de explosividad 158.60 m		
		UVCE	Nivel de Alto Riesgo (1 psi) - 392.37		
Análisis de resultados y Recomendaciones					
<p>Con base en los mecanismos de seguridad preventivos de protección contemplados e implementados en la ingeniería de la instalación, es posible llegar a presentarse un evento de dispersión masiva sin incendio, no obstante, en caso de encontrar un punto de ignición pudiera presentarse un fuego tipo charco tardío localizado en un radio de 48.52 m. Por esta razón, es indispensable comentar que la nube deja el charco a 14.107 s desde la liberación del material alcanzando una distancia de 34.89 m terminando en expansión instantánea a los 1.001 s desde la emisión y 0.8371 m para terminar su dispersión con una concentración de 418.74 ppm a 14.17 s de la emisión y a una distancia de 34.89 m, por lo tanto, se considera un Riesgo Aceptable por la baja frecuencia de</p>					

Clave escenario de riesgo Hipotético	Descripción	Evento Final Indeseado	Radio (m)	Infraestructura expuesta	Medidas preventivas y de mitigación.
	<p>ocurrencia.</p> <p>Asumiendo que una ruptura se presenta, se puede generar una Bola de fuego con un radio de 28.00 m al momento de su elevación con duración de 4.93 s seguido de un fuego tipo charco.</p> <p>Se ha identificado dentro de los radios de afectación la existencia de infraestructura, elementos o equipos con los cuales pudiera generarse un efecto dominó. Específicamente se tienen dos tanques de gas LP de 5,000 litros cada uno a 45 metros y un tanque de amoniaco de aproximadamente 4,500 kg a 75 metros.</p> <p>En relación al evento de un fuego tipo charco se obtuvo un valor probit de 3.4878 para un nivel de radiación de 12.5 kW/m² lo que permite determinar que el porcentaje de 6.52% de la población expuesta se verá afectada a un determinado nivel de lesiones o la muerte a causa de esta carga de exposición determinada. Esto significa que en caso de ocurrencia del evento, aproximadamente 7 de cada 100 personas que se encuentren dentro del radio correspondiente al nivel de radiación mencionado, sufrirían lesiones serias o la muerte. Cabe mencionar que las personas expuestas son únicamente personal del cliente toda vez que no se ubican poblaciones ni otras instalaciones dentro de las distancias de los radios de afectación.</p> <p>Respecto a la posibilidad de afectación ambiental, a pesar de la magnitud del evento, el impacto sobre el entorno natural se limita al posible incendio en pastizales ya que no se ubican receptores naturales vulnerables en la cercanía.</p>				

Tabla 37. Análisis de vulnerabilidad e interacción de riesgo para los escenarios hipotéticos. (Continuación).

Clave escenario de riesgo Hipotético	Descripción	Evento Final Indeseado	Radio Zona de Alto Riesgo (m)	Infraestructura expuesta	Medidas preventivas y de mitigación.
ENESTAS-MEXIBC-02	<p>Fuga, explosión e incendio de gas natural licuado (metano) durante maniobra de trasvase de autotanque a tanque de guarda criogénico por mala operación, o por falla de accesorio o tubería.</p>	<p>Dispersión de nube inflamable masiva con daños al ambiente (FLA).</p>	<p>Límite inferior de explosividad 35.57</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque criogénico de guarda aledaño. • Autotanque de recarga. • Vaporizador. • Estación de regulación (Manifold). • Personal operativo durante la maniobra de descarga. • Personal, edificios y equipamiento del cliente. • Tanques de Gas LP propiedad del cliente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Válvula check CV-2/01. • Procedimiento de Traslado de GNL. • Programa de capacitación a operadores de unidades de transporte para la aplicación Procedimiento de Traslado de GNL. • Paro de emergencia de unidades de transporte. • Equipo de protección personal (equipo criogénico) de operadores de unidades de transporte. • Equipo portátil de extinción de incendios PQS propio. • Equipo portátil de extinción de incendios del cliente. • Equipo portátil de extinción de incendios de la unidad de recarga.
		<p>Jet Fire controlado y mitigación con extintores portátiles (JETF)</p>	<p>Nivel Letal (37.5 kW/m²)- 7.73 m</p> <p>Nivel de Muy Alto Riesgo (12.5 kW/m²)- 12.57 m</p> <p>Nivel de Alto Riesgo, (5 kW/m²)- 15.75 m</p>		
		<p>Charco de fuego ignición inmediata (EPF) y mitigación con extintores portátiles</p>	<p>Nivel Letal (37.5 kW/m²)- 6.01 m</p> <p>Nivel de Muy Alto Riesgo (12.5 kW/m²)- 7.94 m</p> <p>Nivel de Alto Riesgo, (5 kW/m²)- 9.56 m</p>		
		<p>Charco de fuego tardío controlado y menor eficiencia de mitigación con extintores portátiles (LPF)</p>	<p>Nivel Letal (37.5 kW/m²)- 6.01 m</p> <p>Nivel de Muy Alto Riesgo (12.5 kW/m²)- 7.94 m</p> <p>Nivel de Alto Riesgo, (5 kW/m²)- 9.56 m</p>		

Clave escenario de riesgo Hipotético	Descripción	Evento Final Indeseado	Radio Zona de Alto Riesgo (m)	Infraestructura expuesta	Medidas preventivas y de mitigación.
		UVCE	Nivel de Alto Riesgo (1 psi) - 65.73		<ul style="list-style-type: none"> • Soporte para manguera de recarga (para prevención de daño mecánico). • Válvula de derrame (try-cock V-8) al 84.75% de altura. • Programa de capacitación a operadores de unidades de transporte para la aplicación Procedimiento de Traslado de GNL. • Paro de emergencia de unidades de transporte. • Supervisión por parte del operador. • Sistemas de telemedición. • Equipo portátil de extinción de incendios PQS propio. • Equipo portátil de extinción de incendios del cliente.

Análisis de resultados y Recomendaciones

Con base a los mecanismos de seguridad preventivos de protección contemplados e implementados en la ingeniería de la instalación, se estima que el evento de evaporación de líquido derramado sin incendio (DIS) es el más probable y controlado que puede presentarse en un radio de 6.19 m, no obstante, por la cantidad de material contenido y las acciones de aislamiento con paro por emergencia, el control es rápido. Por esta razón, es indispensable comentar que la dispersión comienza con un chorro rápido elevado con una tasa de 1.149 Kg/s, la nube cambia a termodinámica de gota de no equilibrio en 0,6752 s desde la emisión y 5,020 m, La nube inicia la fase de propagación de gas pesado 0,6992 s desde emisión y 5,1206 m, la nube desciende a 0. 9575 s desde la liberación del material alcanzando una distancia de 6.19 m haciendo la transición a pasiva a 39.29 s y a una distancia de 32.60 m para terminar su dispersión con una concentración de 242.78 ppm a 1776.52 s y a una distancia de 2071.08 m, por lo tanto, se considera un Riesgo Aceptable por la baja frecuencia de ocurrencia.

Se descarta efecto dominó sobre el tanque criogénico de guarda, sin embargo, la atención de la emergencia debe considerar el enfriamiento de este equipo para evitar su calentamiento e incremento de presión.

Se ha identificado dentro de los radios de afectación la existencia de infraestructura, elementos o equipos con los cuales pudiera generarse un efecto dominó. Específicamente se tienen dos tanques de gas LP de 5,000 litros cada uno a 45 metros con la posibilidad de efecto dominó en el evento de sobrepresión.

En relación con el evento Jet Fire se obtuvo un valor probit de 0.3603 para un nivel de radiación de 5 kW/m² lo que permite determinar el porcentaje de la población expuesta que se verá afectada a un determinado nivel de lesiones o por muerte a causa de esta carga de exposición determinada que fue de 0.0001747 % lo que conlleva a un Riesgo aceptable con control en caso de presentarse el evento. Lo anterior significa que no se esperarían lesiones graves ni decesos a este nivel de radiación.

En relación al evento Early Pool Fire, se obtuvo un valor probit de 3.4878 para un nivel de radiación de 12.5 kW/m² lo

Clave escenario de riesgo Hipotético	Descripción	Evento Final Indeseado	Radio Zona de Alto Riesgo (m)	Infraestructura expuesta	Medidas preventivas y de mitigación.
	<p>que permite determinar que el porcentaje de 6.52% de la población expuesta se verá afectada a un determinado nivel de lesiones o la muerte a causa de esta carga de exposición determinada. Esto significa que en caso de ocurrencia del evento, aproximadamente 7 de cada 100 personas que se encuentren dentro del radio correspondiente al nivel de radiación mencionado, sufrirían lesiones serias o la muerte. Cabe mencionar que las personas expuestas son únicamente personal del cliente toda vez que no se ubican poblaciones ni otras instalaciones dentro de las distancias de los radios de afectación. No obstante, se considera que el riesgo es aceptable considerando la aplicación de controles.</p> <p>En relación al evento Late Pool Fire, se obtuvo un valor probit de 3.4878 para un nivel de radiación de 12.5 kW/m² lo que permite determinar el porcentaje de la población expuesta que se verá afectada a un determinado nivel de lesiones o por muerte a causa de esta carga de exposición determinada que fue de 6.52%. El riesgo es igualmente aceptable considerando la aplicación de controles, como en el evento anterior.</p> <p>Respecto a la posibilidad de afectación ambiental, a pesar de la magnitud del evento, el impacto sobre el entorno natural se limita al posible incendio en pastizales ya que no se ubican receptores naturales vulnerables en la cercanía.</p>				

En función de los resultados de la simulación, no se requiere el análisis de vulnerabilidad e interacciones de riesgo para el caso alterno.

VII.2. Análisis detallado de frecuencias y re-jerarquización de escenarios

En función de que no se determinó la existencia de escenarios en la zona de Riesgo no tolerable “B” (Región naranja) ni en la región de Riesgo Inaceptable “A” (Región roja) no se requirió la realización del análisis detallado de frecuencias.

VII.3. Medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuenta o contará la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.

En la **Tabla 38** se muestra en forma resumida el inventario de sistemas y elementos de seguridad considerados en el diseño de la instalación.

Tabla 38. Inventario de sistemas y elementos de seguridad considerados en el diseño de la instalación

Área	Sistema/Elemento	Cantidad
Línea de carga a tanque de guarda (EURU-924004-4)	Válvula de relevo de presión SV-3 0.5” de diámetro calibrada a 250 psi	1
Línea de carga a tanque de guarda (EURU-924004-4)	Válvula de relevo de presión SV-3 0.5” de diámetro calibrada a 250 psi	1
Línea de carga a tanque de guarda (ENE-1386-PR-PFD-002)	Válvula de relevo de presión PSV-101 0.5” de diámetro calibrada a 275 psi	1
Línea de carga a tanque de guarda (ENE-1386-PR-PFD-002)	Válvula check HV-101 (flujo unidireccional hacia el tanque) de 2”	1
Línea de llegada a vaporizadores (ENE-1386-PR-PFD-002)	Válvula de relevo de presión PSV-102 0.5” de diámetro	1

Área	Sistema/Elemento	Cantidad
Línea de carga a tanque de guarda (EURU-924004-4)	Válvula cortafuego FB-2 de 2" de accionamiento automático por termofusible.	1
Tanque de guarda (EURU-924004-4)	Válvula de derrame tipo globo 1" diámetro (V-8) en el tanque de guarda.	1
Vaporizador V-101 (ENE-1386-PR-PFD-002)	Válvula de bloqueo HV-113 (tipo globo o compuerta) de 1 1/2" a entrada del vaporizador.	1
Vaporizador V-102 (ENE-1386-PR-PFD-002)	Válvula de bloqueo HV-112 (tipo globo o compuerta) de 1 1/2" a entrada del vaporizador.	1
Vaporizador V-101 (ENE-1386-PR-PFD-002)	Válvula de bloqueo HV-115 (tipo bola o compuerta) de 2" a la salida del vaporizador.	1
Vaporizador V-102 (ENE-1386-PR-PFD-002)	Válvula de bloqueo HV-114 (tipo bola o compuerta) de 2" a la salida del vaporizador.	1
Línea de salida de vaporizador V-101 (ENE-1386-PR-PFD-002)	Válvula de relevo de presión PSV-103 0.5" de diámetro calibrada a 275 psi	1
Línea de salida de vaporizador V-102 (ENE-1386-PR-PFD-002)	Válvula de relevo de presión PSV-104 0.5" de diámetro calibrada a 275 psi	1
Vaporizador V-101 (ENE-1386-PR-PFD-002)	Manguera flexible FLX-104 y FLX-106 (resistente a desplazamientos) de 2" de diámetro a la entrada y a la salida de vaporizador.	1 tramo
Vaporizador V-102 (ENE-1386-PR-PFD-002)	Manguera flexible de 1 1/2" FLX-105 y de 2" FLX-107 (resistente a desplazamientos) de diámetro a la entrada y a la salida de vaporizador.	1 tramo
Vaporizador V-101 (ENE-1386-PR-PFD-002)	Válvula de relevo de presión (venteo) PSV-103 de 0.5" en línea de salida del vaporizador, calibrada a 275 psi.	1
Vaporizador V-102 (ENE-1386-PR-PFD-002)	Válvula de relevo de presión (venteo) PSV-104 de 0.5" en línea de salida del vaporizador, calibrada a 275 psi.	1
Manifold (ENE-1386-PR-PFD-002)	Válvula de relevo de presión (venteo) PSV-105 de 0.5" en línea de llegada al manifold, calibrada a 100 psi.	1
Manifold (ENE-1386-PR-PFD-002)	Válvula check CV-105 (flujo unidireccional en la línea de llegada) de 2"	1

En la Terminal Remota se contará con dos extintores de Polvo Químico Seco para atender conatos de incendio.

Así mismo, la se plantea la instalación de un Sistema de Telemetrías (Telemedición), cuya filosofía de operación es la siguiente.

Descripción de Equipos (se presentan especificaciones a manera de ejemplo, pueden variar marcas y detalles técnicos).

1.- Transmisor de nivel:

Marca: Endress + Hauser.

Modelo: PMD55-3NK0/101.

Serie: NB007315121.

Rango de -1200 @ 1200 inH₂O.

2.- Regulador de presión.

Marca: REGO.

Modelo: BR-1780

Capacidad: 30000 SCFH (3/4" a 1"), 20000 SCFH (1/2")

Máxima presión de entrada: 500 psig (34 bar)

Rango de temperatura: -40° F to +165° F. (-40°C to +74°C)

3.- Válvulas globo:

Marca: HEROSE.

Modelo: 01325.

Rango: 2 Canales.

4.- Válvulas de relevo

Marca: REGO (CRYO-FLOW PRODUCTS).

Modelo: 9400 serie latón o acero

Características: Hermético a burbujas a 95% de ajuste de la presión

Rango de temperatura: -320° F a 165°F

Rango de uso: Tipo SS o PRV a 0.783 SCFM de aire / PSIA at 110% del ajuste de presión

B-9425N con flujo a 6.7 SCFM de aire / PSIA at 120% del ajuste de presión (50 psig – 300psig)

B-9426N con flujo a 11.0 SCFM de aire / PSIA at 120% del ajuste de presión (100 psig – 300psig)

Principio de operación de la telemetría.

El transmisor de nivel cuenta con dos tomas una de baja presión (L) y otra de alta presión (H), ambas se conectan mecánicamente al tanque guarda de la siguiente manera:

Lo anterior para poder censar la columna de líquido y calcular el % de nivel con el que cuenta el tanque guarda.

El sensor de presión es conectado mecánicamente en serie con el transmisor de nivel en la cámara de alta presión (H) para poder censar la presión interna del tanque guarda.

Ambos sensores están conectados eléctricamente a una tarjeta de comunicación en la telemetría, la cual convierte la señal eléctrica o análoga de 4-20 mA a señal digital, lo anterior para poder enviar una alerta vía GSM cada 12 horas (03:00 am y 15:00 pm) a una base de datos monitoreada por Data On Line la cual se puede consultar desde los teléfonos celulares del personal designado por parte de Énestas en la aplicación "Asset Viewer".

VII.4. Medidas preventivas.

En la **Tabla 39** se presentan las normas y códigos considerados para el diseño e instalación de la Terminal Remota.

Tabla 39. Tabla Criterios de Diseño y Normatividad Aplicable a la Terminal Remota.

Concepto	Normas de referencia	Dependencia
Especificaciones del gas natural, publicadas en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 19 de marzo de 2010.	NOM-001-SECRE-2010	NOM-SECRE (ASEA)
Requisitos de seguridad para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de terminales de almacenamiento de gas natural licuado que incluyen sistemas, equipos e instalaciones de recepción, conducción, vaporización y entrega de gas natural	NOM0-013-SECRE-2012	ASEA
National Fire Protection Association	NFPA 59A	NFPA
Instalaciones eléctricas (utilización), publicadas en el DOF el 29 de noviembre de 2012.	NOM-001-SEDE-2012	NOM-SEDE
Señales y avisos para protección civil.- Colores, formas y símbolos a utilizar, publicada en el DOF el 23 de diciembre de 2011.	NOM-003-SEGOB-2011	NOM-SEGOB
Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condicion de seguridad, publicada en el DOF el 24 de noviembre de 2008.	NOM-001-STPS-2008	NOM-STPS
Condiciones de seguridad, prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo, publicada en el DOF el 9 de diciembre de 2010.	NOM-002-STPS-2010	NOM-STPS
Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo, publicada en el DOF el 31 de mayo de 1999.	NOM-004-STPS-1999	NOM-STPS
Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, publicada en el DOF el 2 de febrero de 1999.	NOM-005-STPS-1998	NOM-STPS
Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo, publicada en el DOF el 9 de octubre	NOM-018-STPS-2015	NOM-STPS

Concepto	Normas de referencia	Dependencia
de 2015.		
Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas-Funcionamiento-Condiciones de seguridad, publicada en el DOF el 27 de diciembre de 2011.	NOM-020-STPS-2011	NOM-STPS
Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías, publicada en el DOF el 25 de noviembre de 2008.	NOM-026-STPS-2008	NOM-STPS
Sistema general de unidades de medida, publicada en el DOF el 27 de noviembre de 2002.	NOM-008-SCFI-2002	NOM-SCFI
Process Piping	ASME B31.3	ASME
Tanques de guarda	Tanque interno ASME SA-240 304 Tanque Externo S235JR EN 10025 being carbon steel ASME Sec. VIII, Div. 1; ASME B 31.3 USDOT SPECIFICATION MC-338 COMPRESSED GAS ASSOCIATION (CGA) 341 NFPA 59A NFPA 385 NFPA 70	ASME NFPA CGA US DOT

A continuación se muestran los procedimientos, planes, programas y acciones técnico-administrativas que se plantean para la prevención y control de riesgos en la instalación.

- Procedimiento PR-SAI-LOG-01 Distribución de Gas Natural Licuado
- Procedimiento PR-SAI-LOG-02 Transporte de Gas Natural Licuado
- Procedimiento PR-SAI-OP-03 Trasvase de GNL a Estaciones/Terminales
- Procedimiento PR-SAI-RH-02 Competencia, Capacitación y Entrenamiento
- Procedimiento PR-SAI-OP-05 Mantenimiento de Terminales/Estaciones Remotas de GNL
- Procedimiento PR-SAI-OP-04 Operación de Estaciones/Terminales
- Formato FO-SAI-SEG-26 inspecciones de Seguridad, Salud, Medio Ambiente y Calidad SSMAC
- Procedimiento PR-SAI-OP-08 Pruebas e Inspecciones a Tanque Criogénico
- Formato FO-SAI-OP-12 Lista de Verificación Criogénica y Mecánica
- Formato FO-SAI-OP-02 Lista de Verificación para Carga de Isocontenedores.
- Procedimiento PR-SAI-OP-09 Identificación de Equipos Críticos
- Programa de capacitación a operarios de autotanques de llenado.
- Procedimiento PR-SAI-OP-07 Verificación de Instrumentos
- Formato FO-SAI-OP-06 Plan de Mantenimiento a Instrumentos
- Certificado de Inspección inicial del Tanque.

- Procedimiento PR-SAI-OP-02 Precomisionamiento, Comisionamiento y Puesta en Operación de Estación/Terminal Remota de GNL
- Reporte de análisis cromatográfico del GNL

VIII. DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGO ADICIONALES PARA ESCENARIOS DE RIESGO NO TOLERABLES

Toda vez que como resultado del análisis cualitativo y cuantitativo de Riesgo no se determinó la existencia de escenarios localizados en las zonas de Riesgo no tolerable “B” (Región naranja) ni en la región de Riesgo Inaceptable “A” (Región roja), no se requirió la determinación de medidas de reducción de riesgo adicionales.

IX. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.

Como resultado de este análisis, se identificaron, analizaron, evaluaron y jerarquizaron los riesgos que se presentan en las actividades que realiza Énestas en la Terminal Remota, se estimaron sus posibles consecuencias y las interacciones relacionadas en caso de ocurrencia.

La administración de estos riesgos se logra a través de la implantación de medidas preventivas y correctivas, que reduzcan obviamente su probabilidad de ocurrencia y/o sus posibles consecuencias, soportándolas todas ellas con un efectivo análisis costo-beneficio que permitan integrar estos proyectos a la cadena productiva, de forma segura bajo niveles de riesgo tolerables.

La aplicación de las metodologías de identificación de riesgos generó una serie de recomendaciones que se presentan en el presente documento, dirigidas principalmente a la administración de la seguridad en los procesos, integridad mecánica, disciplina operativa y capacitación de los operarios.

A continuación, se presentan todas las recomendaciones de medidas preventivas que derivado del análisis realizado se requiere establecer, reforzar, formalizar y/o complementar para mantener la seguridad operacional una vez que opere la Terminal Remota. Las medidas se han clasificado en dos tipos: recomendaciones técnico operativas (RTO) y recomendaciones administrativas (RA).

Tabla 40. Recomendaciones Técnico Operativas (RTO) y Recomendaciones Administrativas (RA).

No.	Recomendación de Medidas Preventivas y de Mitigación	Tipo de Recomendación	Grado de riesgo			
			Inaceptable	No Tolerable	Tolerable con controles	Tolerable
1.	Obtener el dictamen de cumplimiento con la NOM-020-STPS-2011 para el tanque de guarda.	RA			X	
2.	Desarrollar el programa de mantenimiento de la Terminal conforme a los Procedimientos de Énestas (Elemento 11 SASISOPA), incluyendo el sistema de administración para asegurar la vigencia del dictamen de cumplimiento con la NOM-020-STPS-2011.	RA			X	
3.	Diseñar un programa de capacitación al personal de Operaciones en materia de supervisión e inspección de mantenimiento y establecer la aplicación del programa.	RA			X	
4.	Diseño e implementación del Protocolo de Respuesta a Emergencias con base en los resultados del análisis de riesgo. Dicho Protocolo deberá implementarse en coordinación con el cliente y el transportista.	RA			X	
5.	Evaluar la factibilidad técnico-económica de la instalación de un sistema de detección y alarma en caso de fugas de gas natural.	RTO			X	
6.	Recomendar al cliente la reubicación/retiro de los tanques de gas	RA			X	

No.	Recomendación de Medidas Preventivas y de Mitigación	Tipo de Recomendación	Grado de riesgo			
			Inaceptable	No Tolerable	Tolerable con controles	Tolerable
	LP ubicados en la cercanía de la Terminal.					
7.	Comunicar al cliente los resultados del presente análisis de riesgo incluyendo los radios de afectación resultantes y la localización de infraestructura de manejo de sustancias químicas peligrosas, particularmente el sistema de refrigeración con amoniaco.	RA			X	
8.	Difundir los aspectos pertinentes del PRE (que será desarrollado en su momento) a los operadores de unidades de transporte para la atención de emergencias de incendio.	RA			X	
9.	Instalar en todas las líneas de entrada al sistema malla cónica (sombbrero de bruja) e incluir la limpieza periódica de este dispositivo en los procedimientos de mantenimiento.	RTO			X	
10.	Recomendar al cliente la aplicación del programa de orden y limpieza en la periferia de la instalación.	RA			X	
11.	Consultar al cliente si las aguas residuales que se manejan en el cárcamo aledaño tienen posibilidad de presentar biogas inflamable.	RA			X	
12.	Consultar al cliente si se cuenta con Dictamen de Cumplimiento de la NOM-001-SEDE-2012 para las instalaciones eléctricas, incluyendo las relacionadas con la alimentación del equipo del cárcamo de bombeo.	RA				
13.	Instalar arrestador de flama en el desfogue del sistema de alivio (mufa).	RTO				
14.	Establecimiento de los criterios para aseguramiento de la calidad de todos los elementos de la Terminal incluyendo la procura y la instalación.	RA				
15.	Incluir a la Terminal en el programa de inspecciones de Énestas.	RA				
16.	Desarrollar procedimiento de manejo seguro de sustancia odorizante en la Terminal, considerando las propiedades de riesgo establecidas en su HDS.	RA				
17.	Diseño e implementación del Protocolo de Respuesta a Emergencias incluyendo las acciones de respuesta en caso de emergencias con el fluido odorizante en el Terminal.	RA				
18.	Incluir la Terminal en el programa de	RA				

No.	Recomendación de Medidas Preventivas y de Mitigación	Tipo de Recomendación	Grado de riesgo			
			Inaceptable	No Tolerable	Tolerable con controles	Tolerable
	mantenimiento/calibración de instrumentos.					
19.	Verificar la congruencia de la información de dispositivos de seguridad y prevención entre los diagramas proporcionados por el fabricante con respecto a la conformación real de los equipos.	RA				
20.	Aplicación del elemento 11 del SASISOPA (Integridad Mecánica y Aseguramiento de Calidad) en lo referente a la tecnología de proceso.	RA				
21.	Diseño e implementación del Protocolo de Respuesta a Emergencias con base en los resultados del análisis de riesgo. Dicho Protocolo deberá implementarse en concordancia con las características de riesgo sísmológico de la región y en coordinación con el cliente.	RA				
22.	Solicitar al cliente la integración del área de la terminal al sistema de protección para descargas atmosféricas y sistema de tierras de la planta.	RA				
23.	Solicitar al cliente la restricción de circulación de vehículos en el área aledaña a la zona de recarga en un radio de 8 metros como mínimo durante la operación de trasvase.	RA				
24.	Solicitar al cliente capacitación para el conocimiento y aplicación del protocolo de respuesta a emergencias por fuga de amoníaco para el personal de Énestas y sus prestadores de servicio.	RA				

X. CONCLUSIONES.

Las actividades de Énestas en la Terminal Remota involucran el manejo de Gas Natural Licuado, sustancia con propiedades de riesgo asociadas a su característica inflamable. Al pertenecer al Sector Hidrocarburos, es obligatorio que cuente con un Análisis de Riesgo que sirva como punto de partida para la elaboración de planes de respuesta específicos y planes, programas y procedimientos que permitan documentar la administración de los riesgos detectados.

La aplicación de las metodologías de identificación de riesgos permite ubicar a la estación en una **Región de Riesgo Tolerable con Controles “C”** (Región amarilla). El riesgo es de bajo impacto y es tolerable, aunque pudieran tomarse acciones para reducirlo. Esto implica que se debe continuar con las medidas preventivas que permiten mantener estos niveles de riesgo en valores tolerables.

No se detectaron escenarios de accidentes potenciales ubicados en la **Región de Riesgo inaceptable “A”** (Región roja) ni en la **Región de Riesgo no tolerable “B”** (Región naranja). Los riesgos de este tipo deben provocar acciones inmediatas para implantar las recomendaciones generadas en el análisis de riesgos. El costo no debe ser una limitación y el no hacer nada no es una opción aceptable. Los riesgos no tolerables representan situaciones de emergencia y deben establecerse Controles Temporales Inmediatos. Las acciones deben reducirlos a una **Región de Riesgo Tolerable “C”** (Región amarilla) y en el mejor de los casos, hasta Riesgo tolerable. Los riesgos inaceptables implican que la operación no debe realizarse absolutamente.

Es decir, la administración de riesgos debe dar prioridad a las medidas de mitigación de estos Escenarios de Accidentes Potenciales.

Se determinó que los escenarios de accidentes potenciales se ubican en la región amarilla, que es la de riesgo tolerable con controles. Los escenarios están relacionados con el manejo de GNL en tanque de guarda y suministro a clientes, pero sobre todo al factor humano.

El peor caso identificado se refiere a liberación e incendio de GNL por pérdida de contención del tanque criogénico.

El caso más probable es una fuga de GNL durante carga desde autotanque.

Los eventos detectados en el análisis de consecuencias realizado fueron los siguientes:

- Para el peor caso: deflagración controlada (FB), charco de fuego tardío (LPF) y explosión de nube de vapor no confinada (UVCE).
- Para el caso más probable: chorro de fuego (JET), charco de fuego temprano (EPF), charco de fuego tardío (LPF) y explosión de nube de vapor no confinada (UVCE).
- Para el caso alterno: no se detectaron eventos de interés en el análisis de consecuencias (UVCE).

La implantación de las recomendaciones derivadas del análisis, permitirán la administración de los riesgos detectados.

Con la finalidad de administrar los riesgos detectados, es necesario que Énestas programe las recomendaciones que se generaron, de acuerdo con su grado. El cumplimiento de este programa deberá ser supervisado y documentado.

La atención de los escenarios de accidentes potenciales deberá reflejarse en instructivos específicos dentro del Protocolo de Respuesta a Emergencias de Énestas.

El presente Análisis de riesgo de procesos debe actualizarse en los supuestos siguientes:

- Cada cinco años.
- En caso de accidentes mayores.
- En caso de modificaciones que impliquen aumento en el volumen de sustancias riesgosas manejadas, la instalación de nuevos equipos, o en caso de que el entorno de la instalación modifique las consecuencias de los escenarios de accidentes potenciales detectados.

Análisis preliminar de peligros

Como resultado del análisis histórico de accidentes (AHA), se identificó de forma precisa el origen y las causas que precedieron a accidentes que sucedieron en instalaciones industriales similares a las descritas en este estudio, considerando el factor humano y las actividades asociadas con el manejo de GNL. Esta identificación preliminar de riesgo permite identificar como la causa principal de eventos de riesgo, al factor humano, es decir, la intervención de los operarios en las actividades de instalación, operación, mantenimiento y atención de emergencias. Las causas asociadas al diseño no son un factor determinante para incrementar la probabilidad de ocurrencia de los eventos de riesgo.

Identificación de peligros y evaluación de riesgos

Con base en la aplicación de los criterios de evaluación de la Matriz de Jerarquización de Riesgos a los 32 escenarios identificados mediante la aplicación de la metodología ¿Qué pasa sí? en función de las consecuencias al personal, población, al medio ambiente y a la instalación, se obtuvieron los siguientes resultados:

15 (46.87 %) Escenarios de Accidentes Potenciales localizados en la Región de riesgo ALARP “B” (As Low Reasonably Practicable – Tan bajo como sea razonablemente práctico) (Región amarilla). Los riesgos que se ubiquen en esta región deben estudiarse a detalle mediante análisis de tipo costo-beneficio para que pueda tomarse una decisión en cuanto a que se tolere el riesgo o se implementen recomendaciones que permitan reducirlos a la región de Riesgo tolerable.

17 (53.13 %) Escenarios de Accidentes Potenciales localizados en la Región de Riesgo Tolerable “C” (Región verde). El riesgo es de bajo impacto y es tolerable, aunque pudieran tomarse acciones para reducirlo. Se debe continuar con las medidas preventivas que permiten mantener estos niveles de riesgo en valores tolerables.

No se determinó la existencia de escenarios en las regiones de Riesgo no tolerable “B” (Región naranja) ni en la región de Riesgo Inaceptable “A” (Riesgo inaceptable) (Región roja).

Los escenarios de accidentes potenciales seleccionados para analizar sus consecuencias se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 41. Escenarios seleccionados para el análisis de consecuencias.

Tipo de Riesgo	Clave escenario Hipotético	Descripción	Tipificación del escenario
C	ENESTAS-MEXIBC-01	Fuga, explosión e incendio en tanque criogénico por aumento de presión en el interior del tanque hasta pérdida de contención de los 19,800 kilogramos de gas natural licuado (metano).	Peor Caso (PC)
C	ENESTAS-MEXIBC-02	Fuga, explosión e incendio de gas natural licuado (metano) durante maniobra de trasvase de autotanque a tanque de guarda criogénico por mala operación, o por falla de accesorio o tubería.	Caso Más Probable (CM)
C	ENESTAS-MEXIBC-03	Fuga, explosión e incendio de gas natural (metano) en la sección de regulación después del regasificador por falla de accesorio o tubería.	Caso Alternativo (CA)

Análisis de consecuencias.

Mediante el uso del Software PHAST Ver. 8.4 se estimaron las consecuencias de estos escenarios de accidentes potenciales.

Para el peor caso:

Con base en los mecanismos de seguridad preventivos de protección contemplados e implementados en la ingeniería de la instalación, es posible llegar a presentarse un evento de dispersión masiva sin incendio, no obstante, en caso de encontrar un punto de ignición pudiera presentarse un fuego tipo charco tardío localizado en un radio de 48.52 m. Por esta razón, es indispensable comentar que la nube deja el charco a 14.107 s desde la liberación del material alcanzando una distancia de 34.89 m terminando en expansión instantánea a los 1.001 s desde la emisión y 0.8371 m para terminar su dispersión con una concentración de 418.74 ppm a 14.17 s de la emisión y a una distancia de 34.89 m, por lo tanto, se considera un Riesgo Aceptable por la baja frecuencia de ocurrencia.

Asumiendo que una ruptura se presenta, se puede generar una Bola de fuego con un radio de 28.00 m al momento de su elevación con duración de 4.93 s seguido de un fuego tipo charco.

Se ha identificado dentro de los radios de afectación la existencia de infraestructura, elementos o equipos con los cuales pudiera generarse un efecto dominó. Específicamente se tienen dos tanques de gas LP de 5,000 litros cada uno a 45 metros y un tanque de amoniaco de aproximadamente 4,500 kg a 75 metros.

En relación al evento de un fuego tipo charco se obtuvo un valor probit de 3.4878 para un nivel de radiación de 12.5 kW/m² lo que permite determinar que el porcentaje de 6.52% de la población expuesta se verá afectada a un determinado nivel de lesiones o la muerte a causa de esta carga de exposición determinada. Esto significa que en caso de ocurrencia del evento, aproximadamente 7 de cada 100 personas que se encuentren dentro del radio correspondiente al nivel de radiación mencionado, sufrirían lesiones serias o la

muerte. Cabe mencionar que las personas expuestas son únicamente personal del cliente toda vez que no se ubican poblaciones ni otras instalaciones dentro de las distancias de los radios de afectación.

Respecto a la posibilidad de afectación ambiental, a pesar de la magnitud del evento, el impacto sobre el entorno natural se limita al posible incendio en pastizales ya que no se ubican receptores naturales vulnerables en la cercanía.

Para el caso más probable:

Con base a los mecanismos de seguridad preventivos de protección contemplados e implementados en la ingeniería de la instalación, se estima que el evento de evaporación de líquido derramado sin incendio (DIS) es el más probable y controlado que puede presentarse en un radio de 6.19 m, no obstante, por la cantidad de material contenido y las acciones de aislamiento con paro por emergencia, el control es rápido. Por esta razón, es indispensable comentar que la dispersión comienza con un chorro rápido elevado con una tasa de 1.149 Kg/s, la nube cambia a termodinámica de gota de no equilibrio en 0,6752 s desde la emisión y 5,020 m, La nube inicia la fase de propagación de gas pesado 0,6992 s desde emisión y 5,1206 m, la nube desciende a 0.9575 s desde la liberación del material alcanzando una distancia de 6.19 m haciendo la transición a pasiva a 39.29 s y a una distancia de 32.60 m para terminar su dispersión con una concentración de 242.78 ppm a 1776.52 s y a una distancia de 2071.08 m, por lo tanto, se considera un Riesgo Aceptable por la baja frecuencia de ocurrencia.

Se descarta efecto dominó sobre el tanque criogénico de guarda, sin embargo, la atención de la emergencia debe considerar el enfriamiento de este equipo para evitar su calentamiento e incremento de presión. Tampoco se ha identificado dentro de los radios de afectación la existencia de infraestructura, elementos o equipos con los cuales pudiera generarse otro efecto dominó.

Se ha identificado dentro de los radios de afectación la existencia de infraestructura, elementos o equipos con los cuales pudiera generarse un efecto dominó. Específicamente se tienen dos tanques de gas LP de 5,000 litros cada uno a 45 metros con la posibilidad de efecto dominó en el evento de sobrepresión.

En relación con el evento Jet Fire se obtuvo un valor probit de 0.3603 para un nivel de radiación de 5 kW/m² lo que permite determinar el porcentaje de la población expuesta que se verá afectada a un determinado nivel de lesiones o por muerte a causa de esta carga de exposición determinada que fue de 0.0001747 % lo que conlleva a un Riesgo aceptable con control en caso de presentarse el evento. Lo anterior significa que no se esperarían lesiones graves ni decesos a este nivel de radiación.

En relación al evento Early Pool Fire, se obtuvo un valor probit de 3.4878 para un nivel de radiación de 12.5 kW/m² lo que permite determinar que el porcentaje de 6.52% de la población expuesta se verá afectada a un determinado nivel de lesiones o la muerte a causa de esta carga de exposición determinada. Esto significa que en caso de ocurrencia del evento, aproximadamente 7 de cada 100 personas que se encuentren dentro del radio correspondiente al nivel de radiación mencionado, sufrirían lesiones serias o la muerte. Cabe mencionar que las personas expuestas son únicamente personal del cliente toda vez que no se ubican poblaciones ni otras instalaciones dentro de las distancias de los radios de afectación. No obstante, se considera que el riesgo es aceptable considerando la aplicación de controles.

En relación al evento Late Pool Fire, se obtuvo un valor probit de 3.4878 para un nivel de radiación de 12.5 kW/m² lo que permite determinar el porcentaje de la población expuesta que se verá afectada a un determinado nivel de lesiones o por muerte a causa de esta carga de exposición determinada que fue de 6.52%. El riesgo es igualmente aceptable considerando la aplicación de controles, como en el evento anterior.

Respecto a la posibilidad de afectación ambiental, a pesar de la magnitud del evento, el impacto sobre el entorno natural se limita al posible incendio en pastizales ya que no se ubican receptores naturales vulnerables en la cercanía.

Análisis de frecuencias

En función de que no se determinó la existencia de escenarios en la zona de Riesgo no tolerable “B” (Región naranja) ni en la región de Riesgo Inaceptable “A” (Región roja) no se requirió la realización del análisis detallado de frecuencias.

Recomendaciones Técnico-Operativas y Administrativas.

Como resultado del análisis, se generaron 24 recomendaciones, 3 de las cuales son técnico-operativas y 21 son administrativas. Las recomendaciones están enfocadas en el factor humano, la aplicación de dispositivos de seguridad y prevención y en la elaboración y aplicación de planes, programas y procedimientos de operación, mantenimiento, seguridad y atención de emergencias.

La programación y seguimiento de estas recomendaciones permitirá mantener e incluso disminuir el grado de riesgo de los escenarios de accidentes potenciales.

XI. RESUMEN EJECUTIVO

En el **Anexo 8** se presenta el informe técnico conforme el formato especificado en la Guía para Elaboración de Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos de la ASEA, en el cual se indica información tal como datos generales de la empresa y la relación de sustancias peligrosas manejadas, capacidad y tipos de almacenamiento, eventos de riesgos y radios de afectación.

Como resultado del análisis histórico de accidentes (AHA), se identificó de forma precisa el origen y las causas que precedieron a accidentes que sucedieron en instalaciones industriales similares a las descritas en este estudio. Asimismo, se realizó la aplicación de lista de verificación para complementar la identificación preliminar de riesgos.

Con base en la aplicación de la metodología de evaluación ¿Qué pasa sí? se identificaron 32 escenarios de riesgo, mismos que fueron evaluados y jerarquizados.

La aplicación de las metodologías de identificación de riesgos permite ubicar a la estación en una Región de Riesgo Tolerable con Controles “C” (Región amarilla). El riesgo es de bajo impacto y es tolerable, aunque pudieran tomarse acciones para reducirlo. Esto implica que se debe continuar con las medidas preventivas que permiten mantener estos niveles de riesgo en valores tolerables.

No se detectaron escenarios de accidentes potenciales ubicados en la Región de Riesgo inaceptable “A” (Región roja) ni en la Región de Riesgo no tolerable “B” (Región naranja).

15 (46.87 %) Escenarios de Accidentes Potenciales localizados en la Región de riesgo ALARP “B” (As Low Reasonably Practicable – Tan bajo como sea razonablemente práctico) (Región amarilla). Los riesgos que se ubiquen en esta región deben estudiarse a detalle mediante análisis de tipo costo-beneficio para que pueda tomarse una decisión en cuanto a que se tolere el riesgo o se implementen recomendaciones que permitan reducirlos a la región de Riesgo tolerable.

17 (53.13 %) Escenarios de Accidentes Potenciales localizados en la Región de Riesgo Tolerable “C” (Región verde). El riesgo es de bajo impacto y es tolerable, aunque pudieran tomarse acciones para reducirlo. Se debe continuar con las medidas preventivas que permiten mantener estos niveles de riesgo en valores tolerables.

Los escenarios de accidentes potenciales son los siguientes:

- Peor caso: Fuga, explosión e incendio en tanque criogénico por aumento de presión en el interior del tanque hasta pérdida de contención de los 19,800 kilogramos de gas natural licuado (metano).
- El caso más probable: Fuga, explosión e incendio de gas natural licuado (metano) durante maniobra de trasvase de autotanque a tanque de guarda criogénico por mala operación, o por falla de accesorio o tubería.
- Caso alterno: Fuga, explosión e incendio de gas natural (metano) en el by-pass del regulador después del regasificador por falla de accesorio o tubería.

Análisis de consecuencias.

Mediante el uso del Software PHAST Ver. 8.4 se estimaron las consecuencias de estos escenarios de accidentes potenciales.

Para el peor caso:

Con base en los mecanismos de seguridad preventivos de protección contemplados e implementados en la ingeniería de la instalación, es posible llegar a presentarse un evento de dispersión masiva sin incendio, no obstante, en caso de encontrar un punto de ignición pudiera presentarse un fuego tipo charco tardío localizado en un radio de 48.52 m. Por esta razón, es indispensable comentar que la nube deja el charco a 14.107 s desde la liberación del material alcanzando una distancia de 34.89 m terminando en expansión instantánea a los 1.001 s desde la emisión y 0.8371 m para terminar su dispersión con una concentración de 418.74 ppm a 14.17 s de la emisión y a una distancia de 34.89 m, por lo tanto, se considera un Riesgo Aceptable por la baja frecuencia de ocurrencia.

Asumiendo que una ruptura se presenta, se puede generar una Bola de fuego con un radio de 28.00 m al momento de su elevación con duración de 4.93 s seguido de un fuego tipo charco.

Se ha identificado dentro de los radios de afectación la existencia de infraestructura, elementos o equipos con los cuales pudiera generarse un efecto dominó. Específicamente se tienen dos tanques de gas LP de 5,000 litros cada uno a 45 metros y un tanque de amoniaco de aproximadamente 4,500 kg a 75 metros.

En relación al evento de un fuego tipo charco se obtuvo un valor probit de 3.4878 para un nivel de radiación de 12.5 kW/m² lo que permite determinar que el porcentaje de 6.52% de la población expuesta se verá afectada a un determinado nivel de lesiones o la muerte a causa de esta carga de exposición determinada. Esto significa que en caso de ocurrencia del evento, aproximadamente 7 de cada 100 personas que se encuentren dentro del radio correspondiente al nivel de radiación mencionado, sufrirían lesiones serias o la muerte. Cabe mencionar que las personas expuestas son únicamente personal del cliente toda vez que no se ubican poblaciones ni otras instalaciones dentro de las distancias de los radios de afectación.

Respecto a la posibilidad de afectación ambiental, a pesar de la magnitud del evento, el impacto sobre el entorno natural se limita al posible incendio en pastizales ya que no se ubican receptores naturales vulnerables en la cercanía.

Para el caso más probable:

Con base a los mecanismos de seguridad preventivos de protección contemplados e implementados en la ingeniería de la instalación, se estima que el evento de evaporación de líquido derramado sin incendio (DIS) es el más probable y controlado que puede presentarse en un radio de 6.19 m, no obstante, por la cantidad de material contenido y las acciones de aislamiento con paro por emergencia, el control es rápido. Por esta razón, es indispensable comentar que la dispersión comienza con un chorro rápido elevado con una tasa de 1.149 Kg/s, la nube cambia a termodinámica de gota de no equilibrio en 0,6752 s desde la emisión y 5,020 m, La nube inicia la fase de propagación de gas pesado 0,6992 s desde emisión y 5,1206 m, la nube desciende a 0.9575 s desde la liberación del material alcanzando una distancia de 6.19 m haciendo la transición a pasiva a 39.29 s y a una distancia de 32.60 m para terminar su dispersión con una concentración de 242.78 ppm a 1776.52 s y a una distancia de 2071.08 m, por lo tanto, se considera un Riesgo Aceptable por la baja frecuencia de ocurrencia.

Se descarta efecto dominó sobre el tanque criogénico de guarda, sin embargo, la atención de la emergencia debe considerar el enfriamiento de este equipo para evitar su calentamiento e incremento de presión.

Se ha identificado dentro de los radios de afectación la existencia de infraestructura, elementos o equipos con los cuales pudiera generarse un efecto dominó. Específicamente se tienen dos tanques de gas LP de 5,000 litros cada uno a 45 metros con la posibilidad de efecto dominó en el evento de sobrepresión.

En relación con el evento Jet Fire se obtuvo un valor probit de 0.3603 para un nivel de radiación de 5 kW/m² lo que permite determinar el porcentaje de la población expuesta que se verá afectada a un determinado nivel de lesiones o por muerte a causa de esta carga de exposición determinada que fue de 0.0001747 % lo que conlleva a un Riesgo aceptable con control en caso de presentarse el evento. Lo anterior significa que no se esperarían lesiones graves ni decesos a este nivel de radiación.

En relación al evento Early Pool Fire, se obtuvo un valor probit de 3.4878 para un nivel de radiación de 12.5 kW/m² lo que permite determinar que el porcentaje de 6.52% de la población expuesta se verá afectada a un determinado nivel de lesiones o la muerte a causa de esta carga de exposición determinada. Esto significa que en caso de ocurrencia del evento, aproximadamente 7 de cada 100 personas que se encuentren dentro del radio correspondiente al nivel de radiación mencionado, sufrirían lesiones serias o la muerte. Cabe mencionar que las personas expuestas son únicamente personal del cliente toda vez que no se ubican poblaciones ni otras instalaciones dentro de las distancias de los radios de afectación. No obstante, se considera que el riesgo es aceptable considerando la aplicación de controles.

En relación al evento Late Pool Fire, se obtuvo un valor probit de 3.4878 para un nivel de radiación de 12.5 kW/m² lo que permite determinar el porcentaje de la población expuesta que se verá afectada a un determinado nivel de lesiones o por muerte a causa de esta carga de exposición determinada que fue de 6.52%. El riesgo es igualmente aceptable considerando la aplicación de controles, como en el evento anterior.

Respecto a la posibilidad de afectación ambiental, a pesar de la magnitud del evento, el impacto sobre el entorno natural se limita al posible incendio en pastizales ya que no se ubican receptores naturales vulnerables en la cercanía.

Recomendaciones

Como resultado de este análisis, se identificaron, analizaron, evaluaron y jerarquizaron los riesgos que se presentan en las actividades que realiza Énestas en la Terminal Remota, se estimaron sus posibles consecuencias y las interacciones relacionadas en caso de ocurrencia.

La administración de estos riesgos se logra a través de la implantación de medidas preventivas y correctivas, que reduzcan obviamente su probabilidad de ocurrencia y/o sus posibles consecuencias, soportándolas todas ellas con un efectivo análisis costo-beneficio que permitan integrar estos proyectos a la cadena productiva, de forma segura bajo niveles de riesgo tolerables.

La aplicación de las metodologías de identificación de riesgos generó una serie de recomendaciones que se presentan en el presente documento, dirigidas principalmente a la administración de la seguridad en los procesos, integridad mecánica, disciplina operativa y capacitación de los operarios.

A continuación, se presentan todas las recomendaciones de medidas preventivas que derivado del análisis realizado se requiere establecer, reforzar, formalizar y/o complementar para mantener la seguridad

operacional una vez que opere la Terminal Remota. Las medidas se han clasificado en dos tipos: recomendaciones técnico operativas (RTO) y recomendaciones administrativas (RA).

Tabla 42. Recomendaciones Técnico Operativas (RTO) y Recomendaciones Administrativas (RA).

No.	Recomendación de Medidas Preventivas y de Mitigación	Tipo de Recomendación	Grado de riesgo			
			Inaceptable	No Tolerable	Tolerable con controles	Tolerable
1.	Obtener el dictamen de cumplimiento con la NOM-020-STPS-2011 para el tanque de guarda.	RA			X	
2.	Desarrollar el programa de mantenimiento de la Terminal conforme a los Procedimientos de Énestas (Elemento 11 SASISOPA), incluyendo el sistema de administración para asegurar la vigencia del dictamen de cumplimiento con la NOM-020-STPS-2011.	RA			X	
3.	Diseñar un programa de capacitación al personal de Operaciones en materia de supervisión e inspección de mantenimiento y establecer la aplicación del programa.	RA			X	
4.	Diseño e implementación del Protocolo de Respuesta a Emergencias con base en los resultados del análisis de riesgo. Dicho Protocolo deberá implementarse en coordinación con el cliente y el transportista.	RA			X	
5.	Evaluar la factibilidad técnico-económica de la instalación de un sistema de detección y alarma en caso de fugas de gas natural.	RTO			X	
6.	Recomendar al cliente la reubicación/retiro de los tanques de gas LP ubicados en la cercanía de la Terminal.	RA			X	
7.	Comunicar al cliente los resultados del presente análisis de riesgo incluyendo los radios de afectación resultantes y la localización de infraestructura de manejo de sustancias químicas peligrosas, particularmente el sistema de refrigeración con amoníaco.	RA			X	
8.	Difundir los aspectos pertinentes del PRE (que será desarrollado en su momento) a los operadores de	RA			X	

No.	Recomendación de Medidas Preventivas y de Mitigación	Tipo de Recomendación	Grado de riesgo			
			Inaceptable	No Tolerable	Tolerable con controles	Tolerable
	unidades de transporte para la atención de emergencias de incendio.					
9.	Instalar en todas las líneas de entrada al sistema malla cónica (sombrero de bruja) e incluir la limpieza periódica de este dispositivo en los procedimientos de mantenimiento.	RTO			X	
10.	Recomendar al cliente la aplicación del programa de orden y limpieza en la periferia de la instalación.	RA			X	
11.	Consultar al cliente si las aguas residuales que se manejan en el cárcamo aledaño tienen posibilidad de presentar biogas inflamable.	RA			X	
12.	Consultar al cliente si se cuenta con Dictamen de Cumplimiento de la NOM-001-SEDE-2012 para las instalaciones eléctricas, incluyendo las relacionadas con la alimentación del equipo del cárcamo de bombeo.	RA				
13.	Instalar arrestador de flama en el desfogue del sistema de alivio (mufa).	RTO				
14.	Establecimiento de los criterios para aseguramiento de la calidad de todos los elementos de la Terminal incluyendo la procura y la instalación.	RA				
15.	Incluir la Terminal en el programa de inspecciones de Énestas.	RA				
16.	Desarrollar procedimiento de manejo seguro de sustancia odorizante en la Terminal, considerando las propiedades de riesgo establecidas en su HDS.	RA				
17.	Diseño e implementación del Protocolo de Respuesta a Emergencias incluyendo las acciones de respuesta en caso de emergencias con el fluido odorizante en el Terminal.	RA				
18.	Incluir la Terminal en el programa de mantenimiento/calibración de instrumentos.	RA				
19.	Verificar la congruencia de la información de dispositivos de seguridad y prevención entre los	RA				

No.	Recomendación de Medidas Preventivas y de Mitigación	Tipo de Recomendación	Grado de riesgo			
			Inaceptable	No Tolerable	Tolerable con controles	Tolerable
	diagramas proporcionados por el fabricante con respecto a la conformación real de los equipos.					
20.	Aplicación del elemento 11 del SASISOPA (Integridad Mecánica y Aseguramiento de Calidad) en lo referente a la tecnología de proceso.	RA				
21.	Diseño e implementación del Protocolo de Respuesta a Emergencias con base en los resultados del análisis de riesgo. Dicho Protocolo deberá implementarse en concordancia con las características de riesgo sísmológico de la región y en coordinación con el cliente.	RA				
22.	Solicitar al cliente la integración del área de la terminal al sistema de protección para descargas atmosféricas y sistema de tierras de la planta.	RA				
23.	Solicitar al cliente la restricción de circulación de vehículos en el área aledaña a la zona de recarga en un radio de 8 metros como mínimo durante la operación de trasvase.	RA				
24.	Solicitar al cliente capacitación para el conocimiento y aplicación del protocolo de respuesta a emergencias por fuga de amoníaco para el personal de Énestas y sus prestadores de servicio.	RA				

XII. ANEXOS

A continuación, se enumeran los anexos del presente documento.

Anexo 1. Hoja de Datos de Seguridad (HDS) del Gas Natural Licuado (GNL)

Anexo 2. Diagrama de tubería e instrumentación, planos isométricos, planos mecánicos, diagrama de flujo de proceso

Anexo 3. Resultados de la Aplicación de Listas de Verificación

Anexo 4. Aplicación de la metodología ¿Qué pasa si?

Anexo 5. Resultados de la Simulación de Escenarios de Riesgo

Anexo 6. Datos de especificación de Escenarios de Riesgo

Anexo 7. Radios de afectación estimados

Anexo 8. Informe Técnico

Anexo 9. Anexo Fotográfico